



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
ООП – Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли
Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы	
Система дистанционного биомониторинга персонала удаленных участков нефтегазодобычи	

УДК 614.3:004.77:622.323

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т91	Долгих Владимир Алексеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Мамонова Т. Е.	К.Т.Н., ДОЦЕНТ		

Со-руководитель ВКР (по разделу «Концепция стартап-проекта»)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ШИП	Потехина Н.В.			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Мезенцева И.Л.			

Нормоконтроль (при наличии)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Кучман А.В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Скороспешкин М.В.	К.Т.Н., ДОЦЕНТ		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП/ОПОП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах.
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
УК(У)-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда
ОПК(У)-2	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК(У)-3	Способен использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности
ОПК(У)-4	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения
ОПК(У)-5	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью

Код компетенции	Наименование компетенции
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования
ПК(У)-2	Способен выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий
ПК(У)-3	Готов применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств
ПК(У)-4	Способен участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования
ПК(У)-5	Способен участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-6	Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа
ПК(У)-7	Способен участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств

Код компетенции	Наименование компетенции
	и систем
ПК(У)-8	Способен выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством
ПК(У)-9	Способен определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления
ПК(У)-10	Способен проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления
ПК(У)-11	Способен участвовать: в разработке планов, программ, методик, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, управлением процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, инструкций по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации, управления и сертификации и другой текстовой документации, входящей в конструкторскую и технологическую документацию, в работах по экспертизе технической документации, надзору и контролю за состоянием технологических процессов, систем, средств автоматизации и управления, оборудования, выявлению их резервов, определению причин недостатков и возникающих неисправностей при эксплуатации, принятию мер по их устранению и повышению эффективности использования
ПК(У)-18	Способен аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством,
ПК(У)-19	Способен участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами
ПК(У)-20	Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров

Код компетенции	Наименование компетенции
	и публикаций
ПК(У)-21	Способен составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством
ПК(У)-22	Способен участвовать: в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и научно-методической литературы, а также собственных результатов исследований; в постановке и модернизации отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профилей направления; способностью проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Громаков Е. И.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
8Т91	Долгих Владимир Алексеевич

Тема работы:

Система дистанционного биомониторинга персонала удаленных участков нефтегазодобычи	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 34-91/с от 03.02.2023 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2023 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования: система дистанционного биомониторинга. Режим работы: постоянный.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ul style="list-style-type: none"> – Составление технического задания. – Выбор оборудования для реализации проекта. – Разработка структурной схемы работы системы. – Разработка алгоритмов работы системы. – Реализация программного кода на основе разработанных алгоритмов. – Настройка связи приборной части системы с IoT-платформой. – Разработка 3D моделей корпуса приборной части системы. – Разработка 3D моделей защитных оболочек для датчиков.
Перечень графического материала	<ul style="list-style-type: none"> – Блок схемы. – Электрическая схема.

	– Чертежи.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна, ст. преподаватель ООД
Концепция стартап-проекта	Потехина Нина Васильевна, ст преподаватель ШИП

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	03.02.2023 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Мамонова Т. Е.	К.Т.Н., доцент		03.02.2023 г.

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т91	Долгих Владимир Алексеевич		03.02.2023 г.

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Уровень образования – Бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники
 Период выполнения – Весенний семестр 2022 /2023 учебного года

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Обучающийся:

Группа	ФИО
8Т91	Долгих Владимир Алексеевич

Тема работы:

Система дистанционного биомониторинга персонала удаленных участков нефтегазодобычи

Срок сдачи студентом выполненной работы:

01.06.2023 г.

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.06.2023 г.	<i>Основная часть ВКР</i>	60
30.05.2023 г.	<i>Раздел «Социальная ответственность»</i>	20
30.05.2023 г.	<i>Раздел «Концепция стартап-проекта»</i>	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Мамонова Т. Е.	к.т.н., доцент		03.02.2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Е. И.	к.т.н.		03.02.2023 г.

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т91	Долгих Владимир Алексеевич		03.02.2023 г.

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 75 страниц, 20 рисунков, 4 таблицы, 29 источников литературы, 6 приложений.

Ключевые слова: дистанционный биомониторинг, интернет вещей, IoT, IoT-платформа, датчики, здоровье, телемедицина.

Объектом исследования является система дистанционного биомониторинга.

Цель работы: разработка системы дистанционного биомониторинга для использования в условиях удаленных участков нефтедобычи.

В данной работе была частично разработана системы дистанционного биомониторинга преимущественно основываясь на отечественном оборудовании.

В результате работы были рассмотрены основные функциональные особенности подобных систем, создано техническое задание на разработку системы, в соответствии с техническим заданием подобрано оборудование для реализации приборной части системы, созданы модели корпуса для приборной части, собраны и протестированы измерительные каналы, проведен тест связи приборной части с IoT-платформой.

Разрабатываемая система дистанционного биомониторинга может иметь широкий круг применения, конкретно в работе рассматривается применение на удаленных участках нефтедобычи. Использование данной системы прежде всего способно уменьшить количество аварийных ситуаций, возникающих по вине резкого ухудшения здоровья персонала, решить проблему несвоевременной диагностики заболеваний, предотвратить распространение массовых заболеваний.

Содержание

Обозначения, определения и сокращения	12
Введение.....	13
1 Техническое задание.....	14
2 Выбор оборудования для реализации проекта.....	15
2.1 Выбор платы с микроконтроллером.....	15
2.2 Выбор датчиков сердечного ритма и сатурации.....	18
2.3 Выбор датчика температуры.....	19
2.4 Выбор датчика давления.....	20
2.3 Выбор дисплея для устройства	21
2.4 Выбор платформы интернета вещей	22
2.5 Выбор дополнительного оборудования.....	23
3 Структурная схема работы системы	25
4 Разработка алгоритмов работы измерительных каналов.....	26
5 Работа с IoT-платформой	28
6 Создание 3D моделей деталей корпуса приборной части системы.....	32
7 Разработка 3D моделей защитных оболочек для датчиков	34
8 Социальная ответственность	37
8.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	38
8.2 Производственная безопасность.....	39
8.2.1 Электрический ток, вызываемый разницей потенциалов	40
8.3 Экологическая безопасность.....	40
8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	42
8.5 Выводы по разделу.....	43
9 Концепция стартап-проекта	45

9.1 Описание продукта и проблемы конечного потребителя	45
9.2 Способы защиты интеллектуальной собственности	46
9.3 Объем и емкость рынка	47
9.4 Современное состояние и перспективы телемедицины.....	49
9.5 Себестоимость продукта	50
9.6 Конкурентные преимущества создаваемого продукта.....	52
9.7 Целевые сегменты потребителей.....	54
9.8 Бизнес-модель проекта, производственный план и план продаж	55
9.9 Стратегия продвижения продукта на рынок	56
Заключение	58
Список использованной литературы.....	59
Приложение А (обязательное) Техническое задание	62
Приложение Б (обязательное) Принципиальная электрическая схема каналов измерения пульса и сатурации.....	66
Приложение В (обязательное) Блок схема алгоритма работы каналов	67
Приложение Г (обязательное) Листинг программы работы измерительных каналов	69
Приложение Д (обязательное) Чертеж нижней детали корпуса	72
Приложение Е (обязательное) Чертеж верхней детали корпуса.....	73

Обозначения, определения и сокращения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

ТЗ – техническое задание;

Сатурация – показатель насыщения крови кислородом; процент оксигемоглобина в крови;

I2C (Inter-Integrated Circuit) – двухпроводной последовательный интерфейс, который используется для связи между микроконтроллерами, датчиками, актуаторами и другими электронными устройствами;

IoT (Internet of Things) – концепция, согласно которой все устройства, способные подключаться к интернету, могут взаимодействовать между собой и с другими системами, обмениваться данными и выполнять различные задачи.

Распиновка – описание контактов, которые соединяют электрическое устройство или разъем.

Скетч – единичный проект, загружаемый и выполняемый платой.

Введение

Нефтегазовая отрасль является одной из ключевых отраслей мировой экономики, которая обеспечивает потребности в нефти и газе. Однако, работа на нефтегазодобывающих участках сопряжена с определенными рисками для здоровья и безопасности персонала. В связи с этим, в последнее время все больше компаний обращают внимание на внедрение систем дистанционного биомониторинга персонала на удаленных участках нефтегазодобычи.

Система дистанционного биомониторинга персонала является одним из примеров применения концепции интернета вещей в нефтегазовой отрасли. Она позволяет контролировать состояние здоровья и безопасность работников на удаленных участках, а также обеспечивает своевременное реагирование на возможные угрозы и аварийные ситуации. Система состоит из различных компонентов, таких как датчики, устройства передачи данных, программное обеспечение для анализа и обработки, хранения информации.

Одним из главных преимуществ системы дистанционного биомониторинга персонала является возможность оперативного реагирования на возможные угрозы и аварийные ситуации. Благодаря системе, операторы могут получать информацию о состоянии здоровья и безопасности персонала и принимать необходимые меры для предотвращения возможных происшествий.

Таким образом, система дистанционного биомониторинга персонала удаленных участков нефтегазодобычи является важным инструментом для обеспечения безопасности и здоровья персонала на удаленных участках. Ее применение позволяет снизить риски возникновения аварийных ситуаций и улучшить качество жизни персонала.

1 Техническое задание

Техническое задание – это исходный документ, который является основанием для разработки и испытания конечного продукта. Техническое задание дает четкие критерии оценки продукта, поэтому при его формировании не должны использоваться абстрактные формулировки, которые можно понимать по-разному. Обычно документ с требованиями создается заказчиком [1]. Правильно сформулированное техническое задание дает исполнителю понимание того, каким критериям будет соответствовать готовая продукция. Так как это исследовательский проект, формированием технического задания на разработку системы дистанционного биомониторинга буду заниматься я при консультировании руководителя.

На этапе разработки и тестирования этот документ поможет в правильной оценке результатов, а так же будет служить ориентиром, целью при создании системы и устройств. В идеале он должен кратко излагать задачи исследовательского проекта, которые должны быть достигнуты при разработке. Техническое задание составлено в соответствии с ГОСТ 19.106-78 “Требования к программным документам, выполненным печатным способом” [2] и ГОСТ 19.201-78 “Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению” [3]. Оно может быть изменено в ходе сборки и практических испытаний разработанной системы в связи с возникшими техническими или экономическими трудностями. Объем его первой версии 4 листа. Полный текст технического задания представлен в приложении А.

2 Выбор оборудования для реализации проекта

Для начала разработки необходимо произвести выбор оборудования в соответствии с требованиями, представленными в техническом задании к продукту. Конечно, учесть на начальном этапе разработки все необходимые средства, расходный материал, переходники не получится, но можно сделать выбор критически важных компонентов. Такими компонентами являются основные датчики для сбора информации о биологических параметрах; программируемый контроллер; дисплей; платформа для обработки, хранения, передачи получаемых данных и другие вспомогательные устройства.

2.1 Выбор платы с микроконтроллером

Основой для создания устройства измерений будет являться плата с микроконтроллером. Основу рынка таких плат составляют различные модификации Arduino и Raspberry Pi. Однако по техническому заданию необходимо подобрать отечественные компоненты (приложение А). В ходе исследования российского рынка плат с микроконтроллерами было выявлено, что одним из немногих достаточно популярных и доступных решений служит платформа для разработки с микроконтроллером ATmega32U4. В связи с большим количеством инструкций и конкретных примеров работы с ней в открытых источниках, выбор пал на нее.

Такой платформой является российская разработка – Iskra Neo. По словам разработчиков, она является эквивалентом итальянской плате Arduino Leonardo [4]. Данная бюджетная микроконтроллерная плата имеет стандартную распиновку, поэтому дополнительные модули, используемые в связке с платами Arduino, совместимы с ней. На рисунке 1 изображен внешний вид платы, на рисунке 2 - ее схема распиновки.

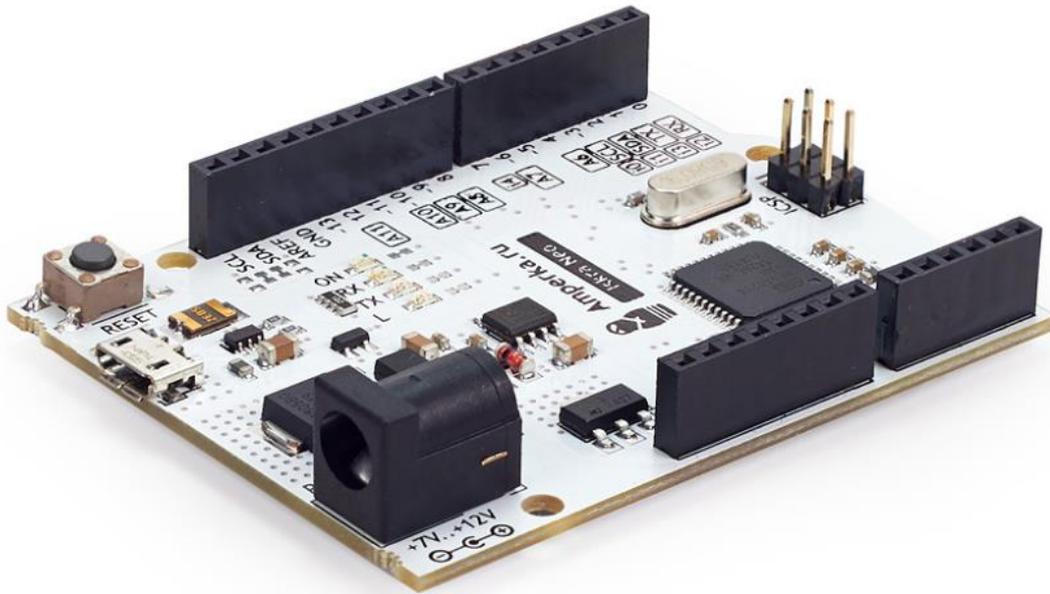


Рисунок 1 – Внешний вид платы Iskra Neo [5]

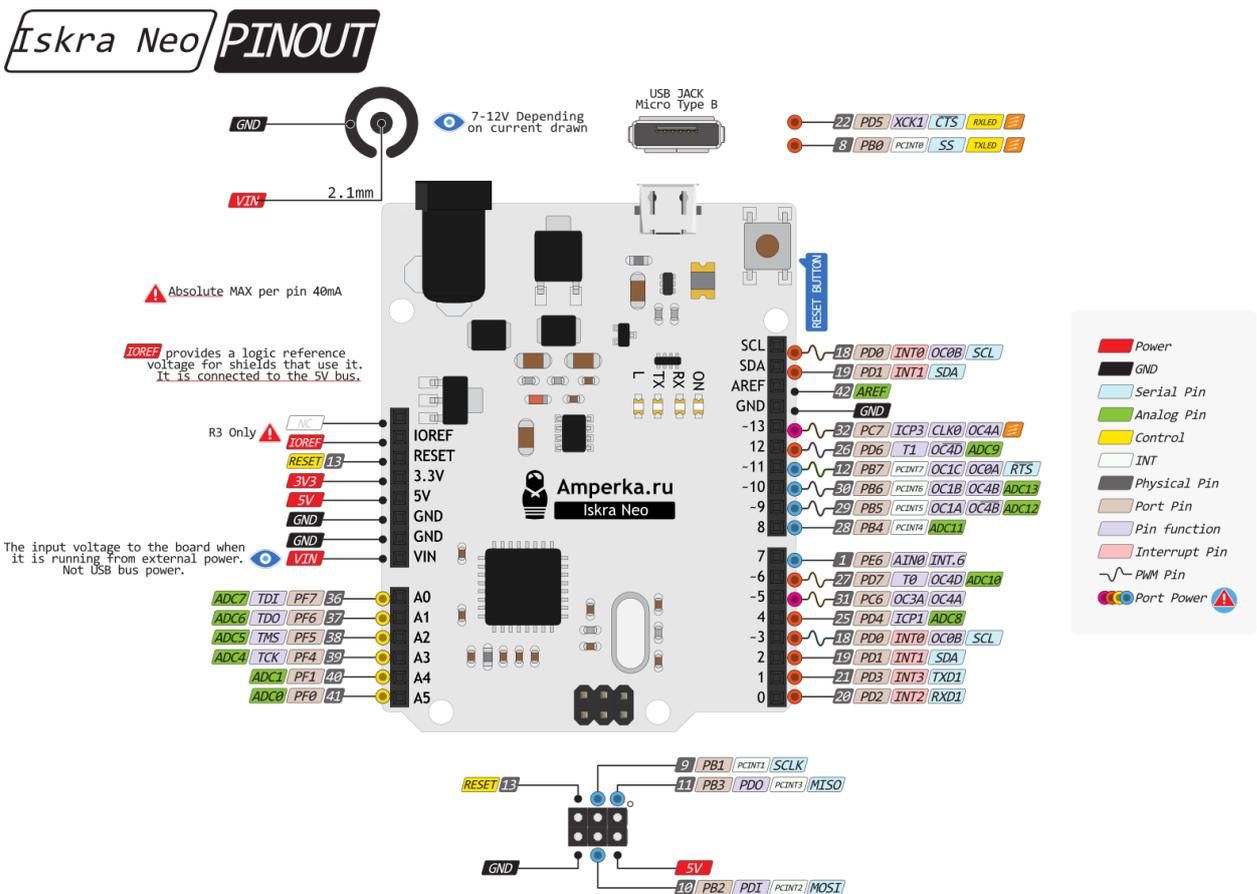


Рисунок 2 – Схема распиновки платы Iskra Neo [5]

Для программирования микроконтроллера используется Wiring – упрощенная версия языка C++. Есть возможность ведения разработки не только с использованием бесплатной среды Arduino IDE, но и с помощью графического языка программирования XOD IDE. Плата прошивается через подключенный кабель microUSB. USB-порты платы снабжены предохранителем для защиты от коротких замыканий и перенапряжений. Стоимость платы ниже иностранных аналогов и составляет порядка 1.5 – 2 тыс. рублей.

Основные характеристики платформы [5]:

- Микроконтроллер: ATmega32U4.
- Тактовая частота: 16 МГц.
- Флеш-память: 32 КБ.
- SRAM-память: 2,5 КБ.
- EEPROM-память: 1 КБ.
- Рабочее напряжение: 5 В.
- Рекомендуемое входное напряжение: 7–12 В.
- Максимальный ток с пина 5V: 1 А.
- Максимальный ток с пина ввода-вывода: 40 мА.
- Максимальный суммарный ток с пинов ввода-вывода: 200 мА.
- Портов ввода-вывода общего назначения: 20.
- Портов с поддержкой ШИМ: 7.
- Портов, подключённых к АЦП: 12.
- Разрядность АЦП: 10 бит.
- Аппаратные интерфейсы: UART, I²C, SPI.
- Габариты: 69×53 мм.

2.2 Выбор датчиков сердечного ритма и сатурации

В ходе реализации проекта нам понадобятся датчики давления, сердечного ритма, температуры, сатурации.

Для того, чтобы реализовать пульсоксиметр, необходимы датчики двух видов: датчики сердечного ритма и сатурации. Приступив к поиску, я искал эти датчики по отдельности, однако, достаточно быстро обнаружил, что существуют датчики, которые объединяют в себе два нужных мне параметра. В итоге был найден датчик MAX30100, который одновременно мог собирать данные о частоте сердцебиения и уровне насыщения крови кислородом. Изучив его особенности и принцип работы, я продолжил поиск. Следующим объектом внимания стал датчик MAX30102. Он является более поздней версией MAX30100 и имеет главную отличительную особенность – более высокая точность измерений. Вдобавок к этому, стало известно, что модель с индексом 30100 была снята с производства [6]. Эти 2 фактора повлияли на выбор в пользу MAX30102. Однако российских аналогов не было найдено, на данный момент большинство таких датчиков производится в Китае, и они доступны на рынке. На рисунке 3 представлен внешний вид цифрового датчика.

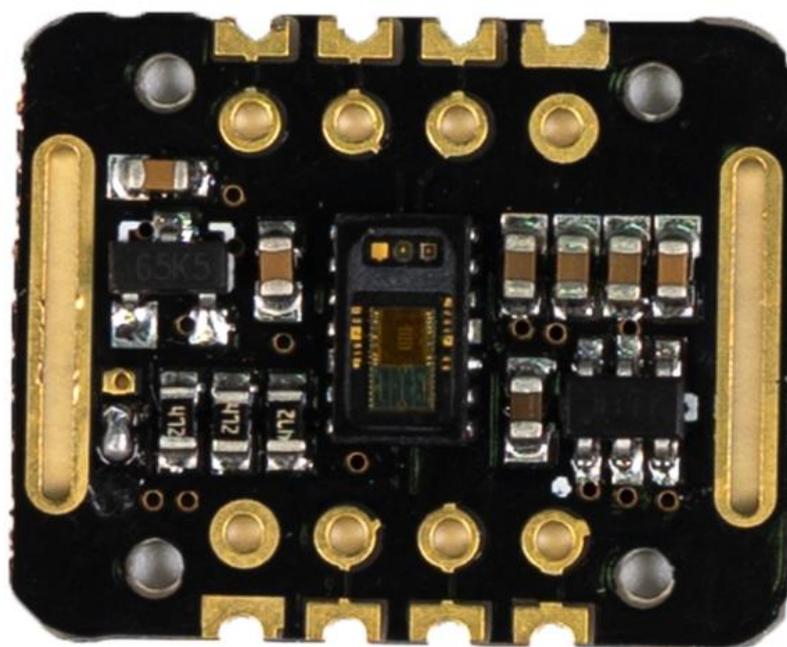


Рисунок 3 – Внешний вид датчика MAX30102

Особенности датчика МАХ30102 [7]:

– сверхнизкое энергопотребление, оптимально подходящее для мобильных устройств:

1) программируемая периодичность снятия измерений и режим энергосбережения светодиодов;

2) низкое энергопотребление электронной схемы (<1 мВт);

3) сверхмалый ток потребления в выключенном состоянии (около 0,7 мкА);

– высокая частота дискретизации;

– устойчивость к вибрациям при снятии показаний;

– диапазон рабочих температур: -40...85 °С;

– малые габариты: 5,6×3,3×1,55.

Его цена колеблется в диапазоне 200 – 800 рублей в зависимости от производителя.

2.3 Выбор датчика температуры

Для реализации функции электронного термометра потребуется датчик температуры. Одним из самых распространенных датчиков температуры, который совместим с платами Arduino, а значит и с Iskra Neo, является DS18B20. Он обладает подходящими для применения характеристиками, однако его точность измерений примерно равна $\pm 0,5$ °С, что делает его непригодным для измерения температуры тела человека.

Поясню: температура тела человека находится в промежутке от 36 до 42 °С, и для определения состояния человека критически важен промежуток от 36,5 до 37,5 °С. Точность $\pm 0,5$ градуса слишком велика для таких измерений.

Поэтому обратимся к производителям из Китая и датчику МАХ30205. Его точность измерений составляет $\pm 0,1$ °С, что удовлетворяет потребность разработчика.

Ниже представлены основные характеристики данного цифрового датчика, взятые из [8]:

- диапазон измеряемых температур: 0 ... 50 °С,
- точность измерения: 0,1 °С,
- интерфейс: I2C, 2-Wire,
- напряжение питания 2,7 – 3,3 В,
- потребляемый ток 600 мА.

Стоимость около 500 рублей.

2.4 Выбор датчика давления

Для реализации функции тонометра необходим датчик давления. Определить нужный не составило труда так, как в открытых источниках довольно много примеров сборки самодельных тонометров [9]. Выбор остановился на модуле цифрового датчика давления от компании Aidealpen – Китай. Он совместим с выбранной ранее платой и прост в использовании. Внешний вид модуля на рисунке 4.

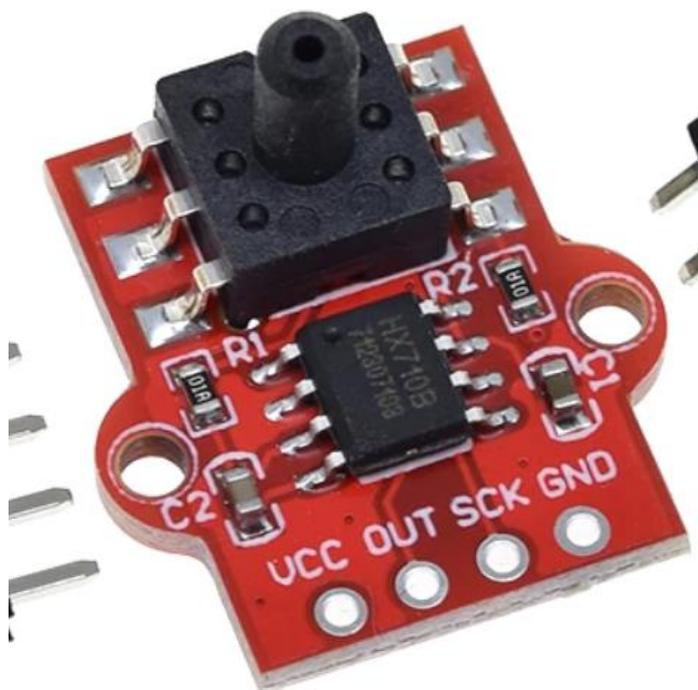


Рисунок 4 – Внешний вид модуля цифрового датчика давления

Основные характеристики модуля:

- измеряемое давление 0 – 40 кПа,
- диаметр подключаемой трубки 2,5 мм,
- рабочее напряжение 3,5 – 5 В,
- габариты 19×18.

Цена модуля варьируется от 100 до 200 рублей.

2.3 Выбор дисплея для устройства

Для того, чтобы в реальном времени отслеживать показатели здоровья, необходимо наличие дисплея на приборе измерения. Главными параметрами при поиске были совместимость с выбранной платой, простота использования, достаточная символьная вместимость экрана. Российским лидером по производству необходимых дисплеев является компания “МЭЛТ”. Они имеют большой ассортимент различных типов дисплеев. Среди всех предложенных моделей был выбран LCD – дисплей MT-20S4A-I. Он способен выводить 4 строки по 20 символов одновременно, что является достаточным для проекта. Вдобавок работа с ним проще, чем с сегментными дисплеями. Средняя стоимость 1400 рублей. Внешний вид дисплея представлен на рисунке 5.

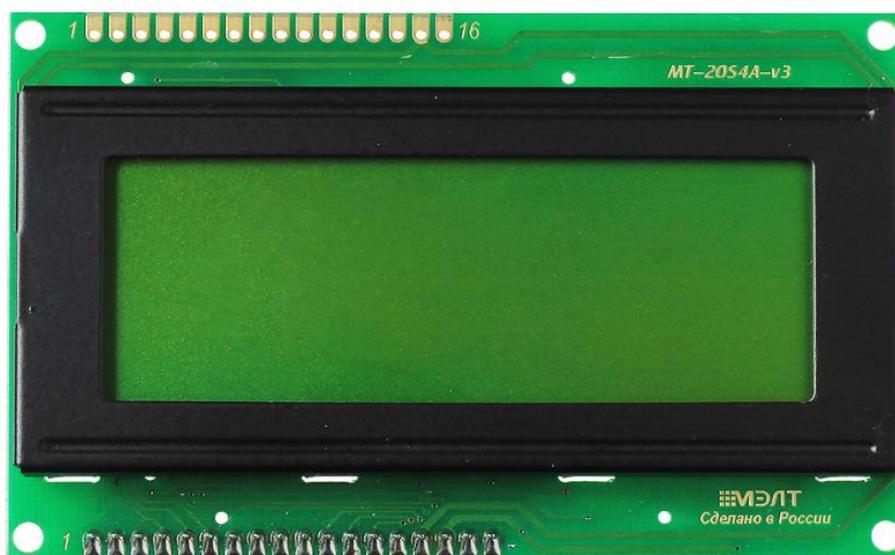


Рисунок 5 – Внешний вид дисплея MT-20S4A-I [10]

Основные характеристики выбранного дисплея [10]:

- тип подсветки: светодиодная (LED),
- индикация: 4 строки по 20 символов,
- цвет: монохромный,
- цвет символов: чёрный,
- цвет фона: зелёный,
- драйвер матрицы: Ангстрем КБ1013ВГ6,
- преобразователь интерфейсов: IK Semicon INF8574A,
- интерфейсы: I²C, параллельный 4/8 бит,
- напряжение питания: 3,3 В,
- максимальный ток потребления: 1,4 мА,
- потребляемый ток подсветки: 120 мА,
- напряжение логических уровней: 3,3–5 В,
- габариты: 98×60×13.

2.4 Выбор платформы интернета вещей

Для подключения различных интернет вещей к облачной инфраструктуре хранения, обработки и предоставления удаленного доступа к информации используются специальные платформы интернета вещей (IoT-платформы). Они представляют собой программное обеспечение, находящееся между аппаратным уровнем и прикладным в системе.

Разрабатываемый проект будет являться IoT устройством, поэтому необходимо серьезно подойти к выбору платформы для реализации. Основными критериями поиска являются: широкий список возможностей платформы; надежность хранения данных; возможность постоянного доступа к сохраняемым данным.

По заданным критериям были найдены следующие платформы: “Aggre Gate”, “Zyfra Industrial”, IoT платформа “Ростелеком”, IoT платформа “МТС”.

Все они являются российскими платформами. Исследуя сайты данных платформ, я сделал некоторые выводы: платформа от МТС в виду отсутствия

информации о реализованных на ее базе медицинских проектов является скорее неподходящей под проект; на основе “Zyfra Industrial” создаются крупные проекты в промышленной сфере, это наталкивает на мысль о том, что стоимость ее использования высокая. Платформа “Aggre Gate” обслуживает международные проекты, это говорит о ее надежности, но в тоже время о высокой стоимости ее услуг. Наконец, выбор остановился на IoT платформе “Ростелеком”.

В целом, проведя оценку выбранного сервиса, можно утверждать о наличии надежной системы защиты; наличии необходимых инструментов для сбора, обработки, представления информации внутри разрабатываемой системы [11]. В случае трудностей с работой данной платформы в любой момент есть возможность обратиться к представленным выше аналогам.

2.5 Выбор дополнительного оборудования

В ходе поиска возможных решений реализации мною были изучены различные конфигурации используемого оборудования. Таким образом, были отмечены следующие необходимые комплектующие: воздушный насос, манжета для руки, аварийный клапан и клапан медленного стравливания для реализации тонометра. Также необходим модуль связи Wi-Fi.

Популярными Wi-Fi модулями для выбранной платы являются ESP8266 и “Wi-Fi (Тройка-модуль)”. Данные вспомогательные устройства схожи по параметрам, однако, выбор в пользу “Тройка” модуля в связи с производством в нашей стране. Стоимость данного устройства 1200 – 1700 рублей. Основные характеристики модуля [12]:

- модификация: ESP-12E,
- беспроводной интерфейс: Wi-Fi 802.11 b/g/n 2,4 ГГц,
- интерфейс: UART,
- максимальная выходная мощность: 20 дБ (в режиме 802.11b),
- номинальное напряжение: 3,3 В,
- максимальный потребляемый ток: 250 мА,

- портов ввода-вывода свободного назначения: 5,
- габариты: 50,8×25,4.

Внешний вид модуля представлен на рисунке 6.

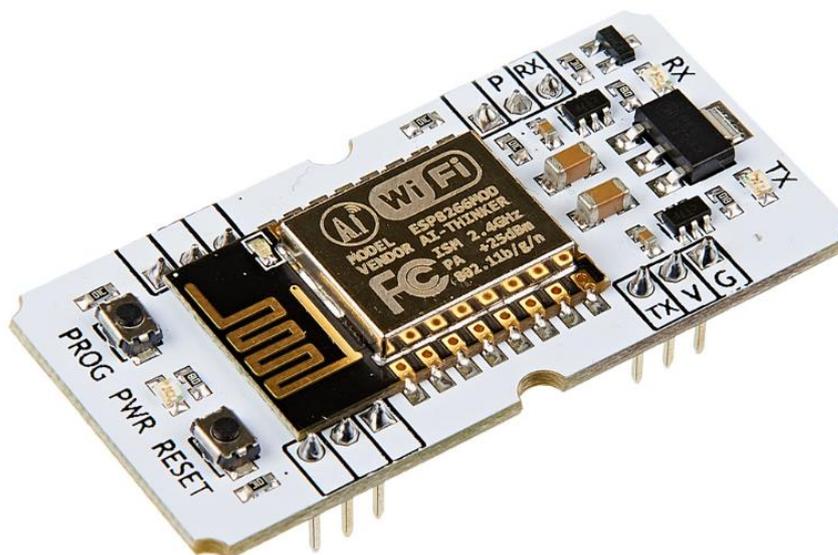


Рисунок 6 – Внешний вид Wi-Fi (Тройка-модуля)

Выбор остальных дополнительных комплектующих не возможен без непосредственного тестирования и преступления к стадии реализации продукта.

3 Структурная схема работы системы

В соответствии с подобранным оборудованием для реализации была создана структурная схема работы системы, которая изображена на рисунке 7.

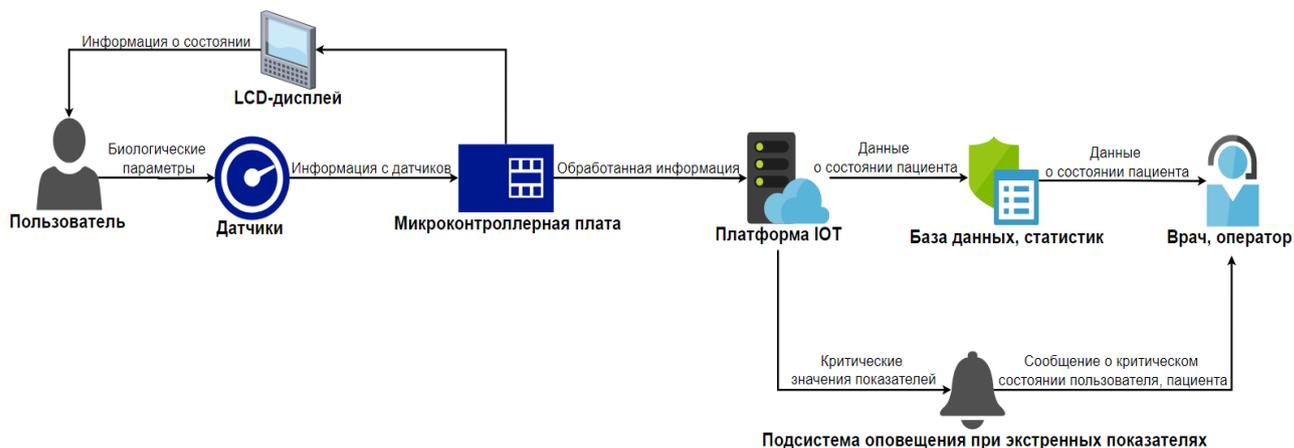


Рисунок 7 – Структурная схема работы системы

Работа системы начинается с измерения биологических параметров пациента (температура, артериальное давление, уровень насыщенности крови кислородом, сердцебиение) с помощью датчиков. Далее информация поступает на микропроцессорную плату, где модулем беспроводной связи отправляется на анализ в сервис IoT платформы. Одновременно с этим пользователь имеет возможность видеть свои измеренные показатели на дисплее прибора.

В случае обнаружения критического биологического параметра (повышенной температуры, высокого давления и тп.) отправляется соответствующее оповещение врачу или оператору с помощью системы экстренного оповещения. После обработки и анализа информация о состоянии пациента поступает в базу данных и статистики, где может быть извлечена и изучена доктором или оператором в дальнейшем.

4 Разработка алгоритмов работы измерительных каналов

Следующим шагом является разработка алгоритмов работы системы. В ходе работы стало понятно, что алгоритмы работы датчиков похожи друг на друга. Различие можно заметить непосредственно в логике математических преобразований для вывода корректных измеренных значений. Основные трудности связаны с подбором или созданием функций, которые могли бы быть универсальными при различных условиях, воздействующих на датчик. Общий вид алгоритма для датчиков представлен на рисунке 8.

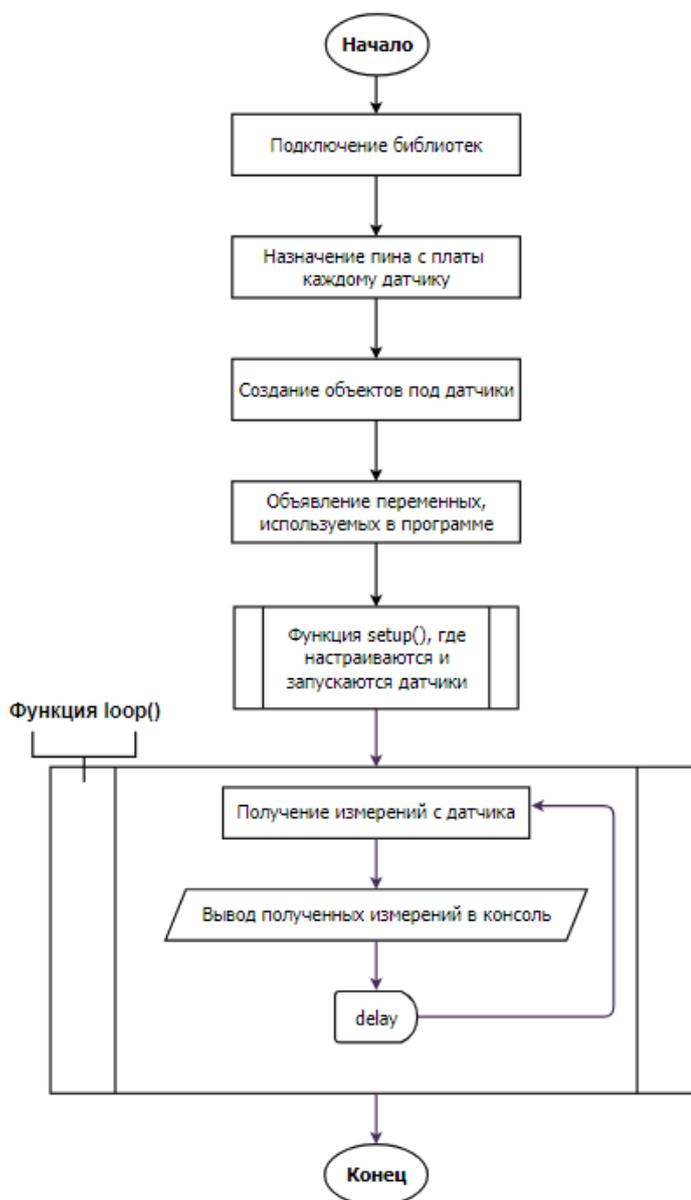


Рисунок 8 – Блок схема общего вида для алгоритма работы датчиков

Для проверки работоспособности датчиков и в целом собранных электрических цепей было принято решение подключать по одному измерительному каналу к плате. Для этого были созданы отдельные программные коды для каждого измерительного канала: температуры, пульса, сатурации, артериального давления.

Так как основой приборной части системы была выбрана микропроцессорная плата “Iskra Neo” – это упрощало создание и загрузку кода. Связано это с тем, что выбранная плата является эквивалентом итальянской плате “Arduino Leonardo”. Таким образом, создание и загрузку программ можно осуществлять в доступной и известной среде разработки – “Arduino IDE” [13]. Она используется с Arduino-совместимыми платами, программный код реализуется на языках “С” и “С++”.

В ходе проверки электронных компонентов стало понятно, что для реализации канала измерения артериального давления необходимо выбрать и приобрести трубки, мотор для перекачки воздуха и манжету. Поэтому на данный момент работа с этим измерительным каналом была приостановлена. Это означает, что основное внимание обращено на остальные задачи и после их решения будет возвращение к данному вопросу.

После проведения независимых проверок компонентов было решено собрать измерительные каналы, состоящие из соответствующих датчиков, платы, Wi-Fi модуля. В это каналы не был включен дисплей по причине отсутствия проблем с его работой и ввиду уменьшения нагрузки на плату.

На рисунке 9 и в приложении Б показаны соединение элементов каналов измерения пульса и сатурации, и принципиальная электрическая схема каналов измерения пульса и сатурации.

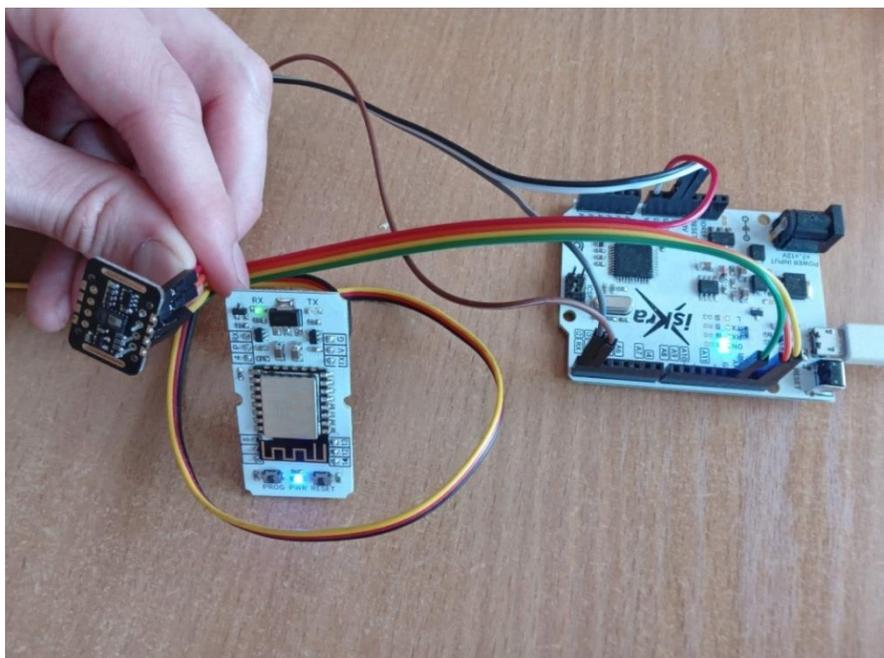


Рисунок 9 – Соединение элементов измерительных каналов (пульс и сатурация)

5 Работа с IoT-платформой

После проверки работоспособности электронных частей необходимо провести сопряжение приборной части с IoT- платформой. В техническом задании указано, что платформа должна быть Российской, однако для экономии ресурсов для тестов была иностранная платформа “Сayenne” [14]. Она бесплатная, доступна для использования и достаточна для проведения тестов подключения и ранее написанных программ.

Стоит указать, что для работы всех устройств и реализации соединения с удаленными серверами необходимы библиотеки, которые можно найти в открытых источниках [15].

На сайте выбранной платформы присутствует множество инструментов для настройки интерфейса. Они позволяют сделать восприятие информации более приятным и понятным. Также платформа предоставляет множество возможностей по обработке, хранению информации, которые будут востребованы в ходе развития проекта. Для начала работы необходимо зарегистрироваться на платформе. Далее привязать свое устройство к платформе, скриншот меню выбора устройства показан на рисунке 10. Таким

образом, создаем некий проект на сайте, с которым в дальнейшем и предстоит работать. После выбора устройства настраиваем вид его связи с платформой, меню настройки связи в процессе отладки показано на рисунке 11. Далее нам предлагают воспользоваться шаблонным скетчем, в котором уже прописаны функции подключения к платформе, рисунок 12 показывает окно предоставляемого шаблона. Теперь переходим к настройке интерфейса прямо на сайте. На рисунке 13 изображено окно настройки интерфейса для одного из измерительных каналов.

Далее было принято решение создать программу для работы нескольких каналов измерения одновременно. Блок-схема алгоритма и листинг программы представлены в приложениях В и Г. Загружаем написанный код в микроконтроллер и проверяем работу системы.

Вначале были некие сбои в работе: отключение датчиков, зависание платформы, некорректный вывод информации, произвольные отключения от сети. Исправления каждой ошибки в работе привели к желаемому результату и на рисунке 14 можно увидеть удачное представление измерений на платформе.

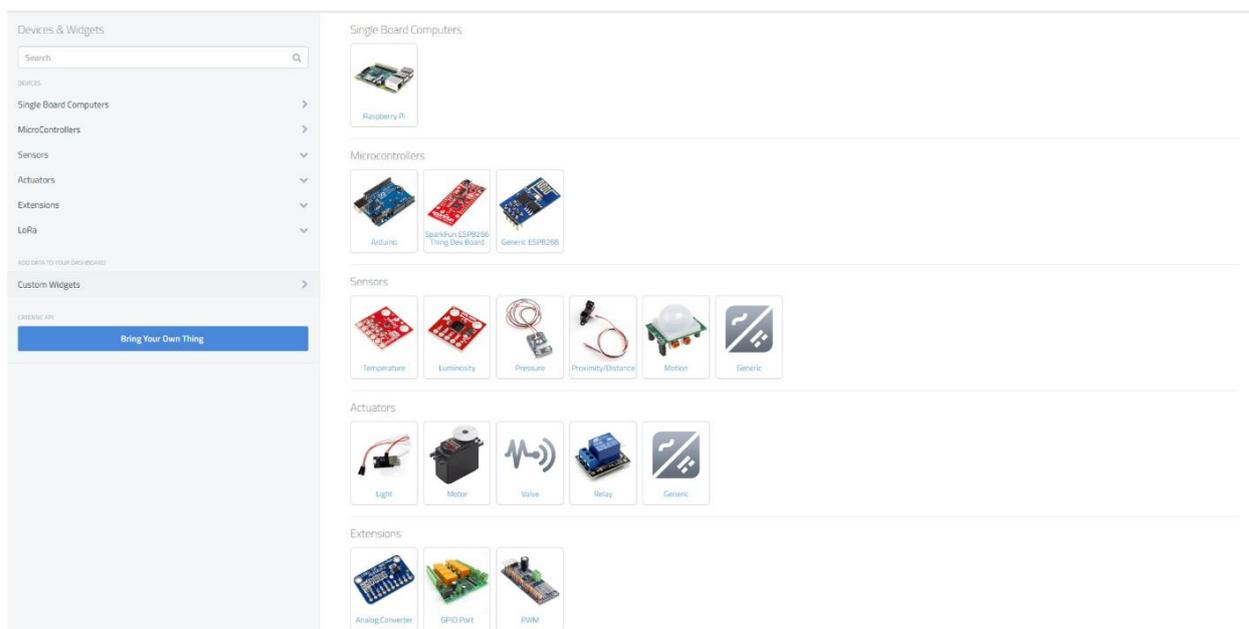


Рисунок 10 – Меню выбора устройства на платформе Cayenne

Step 3: Connect your Arduino

SELECT YOUR ARDUINO BOARD CONNECTION:

Arduino Due Sketch

Arduino Leonardo Sketch

- Ethernet Shield W5100 Sketch
- Ethernet Shield W5200 Sketch
- Ethernet Shield W5500 Sketch
- Manual Connection Sketch
- Serial USB Connection Sketch
- WiFi Shield Sketch
- WiFi 101 Shield Sketch
- Arduino MKR1000 Sketch
- Arduino ESP8266 WiFi Sketch

Arduino Mega Sketch

Arduino Mini Sketch

Arduino Nano Sketch

Arduino Pro Sketch

Arduino Pro Micro Sketch

Arduino Pro Mini Sketch

Arduino Uno Sketch

Arduino Yun Sketch

MQTT USERNAME:

4cef7820-e993-11ed-8485-5b7d3ef089d0

MQTT PASSWORD:

91319ce15514e21feaf3cbc42944ed1a2a180904

CLIENT ID:

ce22d4c0-05b6-11ee-9ab8-d511cacce8c

MQTT SERVER:

mqtt.mydevices.com

MQTT PORT:

1883

NAME YOUR DEVICE (optional):

Arduino

Copy sketch file and MQTT Credentials in Arduino IDE to upload!

Waiting for board to connect...

NEED HELP?

- [Troubleshooting](#)
- [Download Cayenne Library](#)
- [Installing Cayenne Libraries](#)
- [Ask our community](#)

Рисунок 11 – Настройка связи с устройством

Cayenne Code

Copy and paste the code below to your [Arduino IDE](#) and click the  (upload) button.

After uploading the code, return to Cayenne and your Arduino dashboard will appear after a few moments.

```
/*
This sketch connects to the Cayenne server using an ESP8266 WiFi module as a shield connected via a hardware serial to
The CayenneMQTT Library is required to run this sketch. If you have not already done so you can install it from the Ard
Steps:
1. Install the ESP8266SerialLibrary.zip library via the Arduino IDE (Sketch->Include Library->Add .ZIP Library) from th
folder (e.g. My Documents\Arduino\libraries\CayenneMQTT\extras\libraries) to compile this example.
2. Connect the ESP8266 as a shield to your Arduino. This example uses the Serial hardware serial pins available on the
using a software serial, though it may be less stable.
3. Set the Cayenne authentication info to match the authentication info from the Dashboard.
4. Set the network name and password.
5. Compile and upload the sketch.
6. A temporary widget will be automatically generated in the Cayenne Dashboard. To make the widget permanent click the
NOTE: This code requires ESP8266 firmware version 1.0.0 (AT v0.22) or later.
*/

// #define CAYENNE_DEBUG // Uncomment to show debug messages
// #define CAYENNE_PRINT Serial // Comment this out to disable prints and save space
#include <CayenneMQTTESP8266Shield.h>

// WiFi network info.
char ssid[] = "ssid";
char wifiPassword[] = "wifiPassword";

// Cayenne authentication info. This should be obtained from the Cayenne Dashboard.
char username[] = "4cef7820-e993-11ed-8485-5b7d3ef089d0";
char password[] = "91319ce15514e21feaf3cbc42944ed1a2a180904";
char clientID[] = "ce22d4c0-05b6-11ee-9ab8-d511cacce8c";

// Set ESP8266 Serial object. In this example we use the Serial hardware serial which is available on boards like the
#define EspSerial Serial1

ESP8266 wifi(&EspSerial);

void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    delay(10);

    // Set ESP8266 baud rate
    EspSerial.begin(115200);
    delay(10);

    Cayenne.begin(username, password, clientID, wifi, ssid, wifiPassword);
}

void loop()
{
    Cayenne.loop();
}

// Default function for sending sensor data at intervals to Cayenne.
// You can also use functions for specific channels, e.g CAYENNE_OUT(1) for sending channel 1 data.
CAYENNE_OUT_DEFAULT()
```

Рисунок 12 – Предлагаемый шаблонный скетч

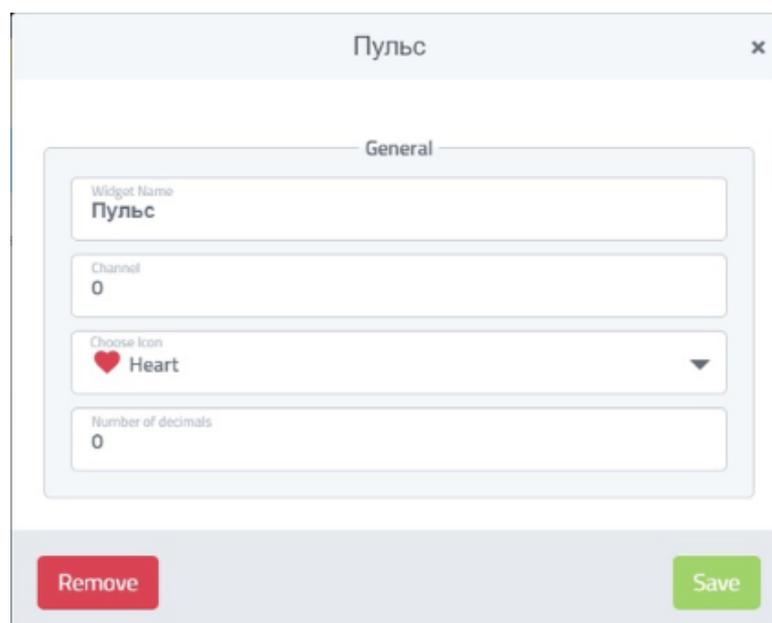


Рисунок 13 – Окно настройки интерфейса

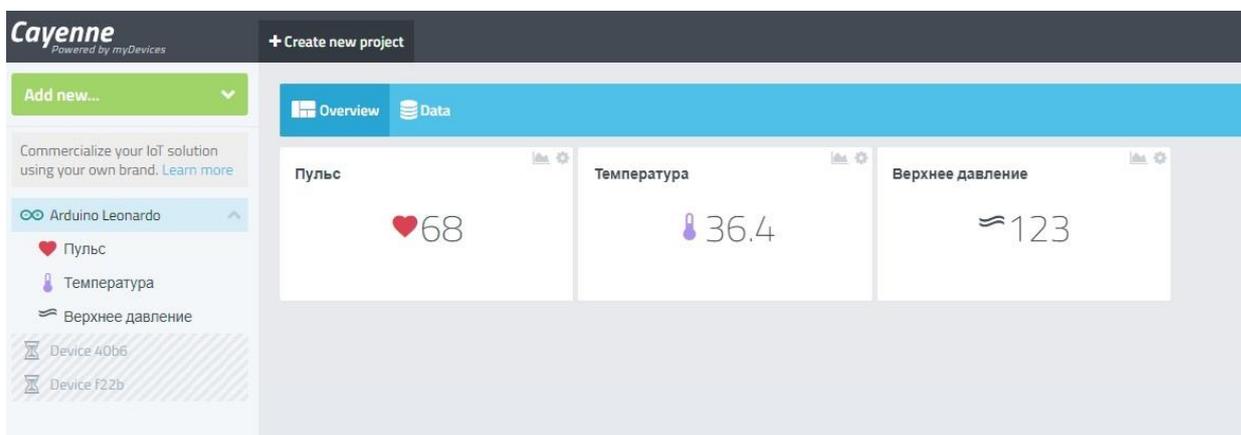


Рисунок 14 – Представление информации на платформе Cayenne

Для демонстрации была симулирована работа контура по измерению артериального давления. На фотографии также отсутствует информация об уровне кислорода в крови так, как к тому моменту были некоторые проблемы с подбором функции, отвечающей за расчет значений из получаемой информации с датчиков.

В целом, основная трудность реализации всех измерительных каналов была в совершенствовании основной рабочей функций, которая должна преобразовывать информацию с датчиков. Благодаря найденным материалам в интернете время над исправлением всех встречаемых ошибок сократилось [9, 16].

6 Создание 3D моделей деталей корпуса приборной части системы

Следующей задачей является создание возможных моделей корпуса и внешних частей системы. Данная задача является наиболее сложной, так как инструкций и готовых шаблонов по созданию в общем доступе отсутствуют.

При изучении возможных вариантов форм для корпуса уделялось внимание удобности, компактности и прочности устройства. Таким образом, было принято, что оптимальной формой для прибора будет шестиугольная призма. Такая форма обеспечивает высокую прочность в связи с распределением давления на 6 ребер; вдобавок наклонная плоскость передней панели создает компактность и уменьшает засвечивание экрана, размещаемого в специальном углублении в передней части. 3D модель, разрабатываемого корпуса прибора представлена на рисунке 15.

В более широкой задней части конструкции планируется размещать отсек для хранения, переноса датчиков. Планируется, что перед использованием человек открывает этот отсек и достает необходимый датчик, а после произведения измерений помещает его обратно.

Цвет модели выбран случайным образом для лучшего вида теней при трассировке. В настоящее время проводится работа над добавлением дизайнерских решений в оформление внешнего вида корпуса. Так же для датчиков необходимо разработать индивидуальные модули для их защиты и удобного использования, так как все они хрупкие и не переносят контакта с водой.

Для минимизации экономических расходов принято решение не распечатывать модель корпуса до получения полностью подходящей модели. Поэтому стоит проводить постоянные снятия размеров компонентов, которые будут помещены внутрь корпуса. Таким образом, осуществляется подгонка размеров моделей под действительные размеры компонентов и их места размещения.

Модель обновлялась каждую неделю ввиду новых идей по размещению модулей и уточнения их размеров. Вдобавок недавно была принята идея

наличия дополнительной кнопки включения и четырех позиционного переключателя для каналов. В связи с этим проект имеет уже несколько возможных моделей корпусов. Одна из последних версий с отверстиями под кнопку включения, переключателя и углубления для разъема блока питания изображена на рисунке 16.



Рисунок 15 – 3D модель корпуса приборной части системы

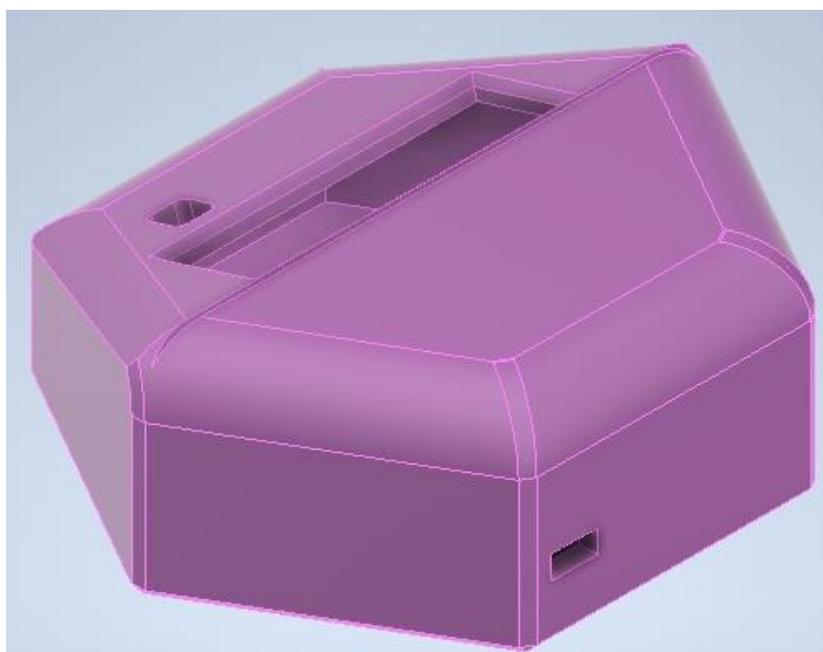


Рисунок 16 – Последняя версия 3D модели корпуса приборной части системы

Данный корпус состоит из двух деталей – верхней и нижней. Нижняя является основанием, к ней на винты крепится верхняя крышка. Чертежи деталей представлены в приложениях Д, Е.

7 Разработка 3D моделей защитных оболочек для датчиков

Одной из поставленных задач является создание защитных корпусов (оболочек) в отдельности для каждого датчика. Это объясняется тем, что выбранные платы и датчики будут постоянно непосредственно взаимодействовать с человеческим телом. Во избежание попадания влаги, пыли на измеряющие поверхности и в целом на незащищенные электронные элементы; изнашивания измеряющих поверхностей и возникновения ошибок или отказов в ходе измерений было принято решение по разработки возможных решений.

Была проведена работа по выбору материала оболочек и их форм. Ясно, что основной материал будет пластмасса, а для непосредственно измеряющих поверхностей материал пока не подобран.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 8Т91		ФИО Долгих Владимир Алексеевич	
Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники (ИШИТР)	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники (ОАР)
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Тема ВКР:

Система дистанционного биомониторинга персонала удаленных участков нефтегазодобычи	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p><i>Объект исследования:</i> система дистанционного биомониторинга</p> <p><i>Область применения:</i> нефтегазовая, медицинская отрасли</p> <p><i>Рабочая зона:</i> рабочий кабинет</p> <p><i>Размеры помещения:</i> 10×5 м</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> устройство для мультиизмерения биологических параметров и дистанционной передачи по беспроводной связи</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> измерение биологических параметров с помощью датчиков, вывод результатов измерений на дисплей, передача информации на удаленные ресурсы для дальнейшего анализа и хранения</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ol style="list-style-type: none"> 1 ТК РФ Статья 214. Обязанности работодателя в области охраны труда. 2 ГОСТ Р ИСО 26000-2012. Руководство по социальной ответственности. 3 Р 58210-2018/ISO/IEC TR 29181-1:2012. Сети будущего. Формулировка проблем и требования.
<p>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов 	<p>Опасные производственные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов. <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: для снижения воздействия опасных факторов достаточно соблюдать правила безопасности использования электрических приборов.</p>

<p>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</p>	<p>Воздействие на селитебную зону: не оказывает. Воздействие на литосферу: загрязнение почв при неправильной утилизации питающих или иных элементов системы. Воздействие на гидросферу: загрязнение подземных вод или близлежащих водоемов при неправильной утилизации питающих или иных элементов системы. Воздействие на атмосферу: выброс продуктов горения при возгорании в случае неправильной утилизации питающих элементов системы.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации</p>	<p>Возможные ЧС на объекте: пожар, взрыв элементов питания. Наиболее типичная ЧС: пожар.</p>
<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ООД	Мезенцева Ирина Леонидовна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т91	Долгих Владимир Алексеевич		

8 Социальная ответственность

В условиях современной нефтегазовой промышленности, работники на удаленных участках нефтедобычи сталкиваются с рядом проблем, включая недостаточную медицинскую помощь и отсутствие своевременной диагностики заболеваний. Также не стоит забывать о существовании рисков производственных аварийных ситуаций, связанных с резким ухудшением здоровья рабочего. Помочь с решением перечисленных проблем может система дистанционного биомониторинга, которая позволяет отслеживать здоровье персонала на удаленных участках нефтедобычи и своевременно передавать информацию об ухудшениях.

В данной выпускной квалификационной работе объектом исследования будет являться система дистанционного биомониторинга. Данная система будет рассматриваться со стороны применения персоналом на удаленных местах газонефтедобычи.

Целью данной работы является разработка системы дистанционного биомониторинга для применения в условиях удаленных мест добычи. Количество и наименование оборудования рабочей зоны: устройство для измерения биологических параметров и передачи по беспроводной связи. Данное устройство способно одновременно выводить информацию на дисплей на измерительном устройстве и отправлять ее на удаленные ресурсы для дальнейшего анализа и хранения. Предполагается, что рабочей зоной для прибора будет являться место проживания персонала или их офисные рабочие помещения. Размер таких зон, как правило, не более 10×5 м. Конечными пользователями разрабатываемой системы будут работники на удаленных местах газонефтедобычи.

8.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В соответствии с Трудовым кодексом РФ статья 214 “Обязанности работодателя в области охраны труда” работодатель обязан создавать безопасные и здоровые условия труда для своих работников [17]. Это включает в себя не только обеспечение безопасности на рабочем месте, но и заботу о здоровье работников. С помощью разрабатываемой системы работодатель может выполнять свои обязательства по охране труда.

В рамках выпускной работы может быть использован национальный стандарт ГОСТ Р ИСО 26000-2012 “Руководство по социальной ответственности” для разработки политики социальной ответственности разработчика данной системы [18]. В этой политике учитываются меры по обеспечению безопасности персонала, защите окружающей среды, соблюдению прав человека и борьбе с коррупцией.

Стандарт Р 58210-2018/ISO/IEC TR 29181-1:2012 определяет требования к системам биомониторинга и оценке рисков для здоровья работников, связанных с воздействием на них факторов рабочей среды [19].

Стандартом для разрабатываемой системы определяются следующие положения:

- определение факторов рабочей среды, которые могут оказывать воздействие на здоровье работников,
- выбор методов биомониторинга, которые позволяют определить наличие и степень воздействия этих факторов на здоровье работников,
- анализ полученных данных и оценка рисков для здоровья работников,
- принятие мер для минимизации рисков для здоровья работников,
- обеспечение конфиденциальности и защиты персональных данных работников, получаемых в процессе биомониторинга,

- соблюдение международных стандартов и требований к безопасности приборов, используемых в системе дистанционного биомониторинга,
- проведение обучения и информирование работников о системе дистанционного биомониторинга и ее целях,
- разработка и внедрение системы управления качеством, которая обеспечивает эффективность и соответствие системы дистанционного биомониторинга международным стандартам.

8.2 Производственная безопасность

В разделе “Производственная безопасность” представлен анализ потенциально вредных и опасных производственных факторов, воздействующих на оператора технологической установки на автоматизированном рабочем месте, которые могут возникнуть при эксплуатации проектируемой системы автоматизации. Перечень опасных и вредных факторов, описанных в разделе, приведен согласно ГОСТ 12.0.003-2015 “Опасные и вредные производственные факторы. Классификация” и представлен в Таблице 1 [20].

Таблица 1 – Возможные опасные и вредные факторы при использовании приборной части системы дистанционного биомониторинга

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.	ГОСТ 12.1.019-2017. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты (с Поправкой) [21]

8.2.1 Электрический ток, вызываемый разницей потенциалов

Жилые помещения и рабочие кабинеты не относятся к помещениям повышенной опасности, однако существует опасность поражения электрическим током в случае неисправности изоляции проводов и повреждении корпуса приборной части системы, а также имеется опасность короткого замыкания. Электрический ток оказывает на человека термическое, электролитическое, биологическое и механическое воздействие. Поражение током может привести к летальному исходу.

В качестве защиты используются изолирующие устройства и покрытия, устройства защитного заземления и автоматического отключения питания.

В случае с разрабатываемым устройством наибольшую опасность может представлять блок питания, который преобразует привычное напряжение 220 вольт с частотой 50 герц в значения 3 – 12 вольт постоянного напряжения для питания прибора. В нем встроена защита от перегрузок и короткого замыкания.

8.3 Экологическая безопасность

В разделе «Экологическая безопасность» рассматриваются варианты и характер экологического воздействия проектируемой системы биомониторинга на селитебную зону, литосферу, атмосферу и гидросферу в процессе эксплуатации, а также предложены охранные мероприятия по обеспечению экологической безопасности.

На селитебную зону и разрабатываемая система при эксплуатации не оказывает.

Приборная часть системы имеет возможность питания от батареек и аккумуляторов. Основную опасность для окружающей среды несут именно эти элементы питания в случае их неправильной утилизации.

Неправильная утилизация элементов питания может привести к серьезным экологическим проблемам, в том числе нарушению баланса в

литосфере. Элементы питания содержат различные вредные вещества, такие как свинец, кадмий, ртуть и другие токсичные материалы, которые могут попадать в почву и воду, загрязняя их. Это может привести к губительным последствиям для животных и растительности, а также для человека, который может потреблять загрязненные продукты.

Через почву отравляющие вредные вещества могут попасть в ближайшие водоемы. Так некоторые элементы питания содержат фториды, которые могут повредить экосистемы водоемов и рек. Фториды могут вызвать смерть растительности и животных, а также привести к изменению химического состава воды.

Другие элементы питания, такие как литий-ионные аккумуляторы, могут также содержать органические растворители, которые могут испаряться и попадать в атмосферу. Это может привести к загрязнению воздуха и дождевой воды, которая потом стекает в реки и озера.

Если элементы были выброшены на свалку или в мусорный контейнер вместе с другими отходами, то они могут стать причиной пожаров. Если батарейки или аккумуляторы не были полностью разряжены, они могут продолжать выделять ток и нагреваться, что может привести к возгоранию. Кроме того, если они были повреждены или перегружены, они могут стать еще более опасными и вызвать пожар или взрыв.

Кроме того, аккумуляторы содержат редкие металлы, которые могут быть использованы повторно в производстве новых изделий. Если эти элементы будут выброшены на свалку или в мусорный контейнер вместо того, чтобы быть утилизированы правильно, они будут потеряны для повторного использования, что приведет к дополнительному потреблению природных ресурсов и увеличению объемов отходов.

8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В разделе “Безопасность в чрезвычайных ситуациях” рассматриваются возможности возникновения чрезвычайных ситуаций по время эксплуатации проектируемой системы автоматизации. К чрезвычайным ситуациям во время использования приборной части системы дистанционного биомониторинга можно отнести пожары и взрывы.

Наиболее частой чрезвычайной ситуацией можно считать пожар, связанный с нарушением изоляции прибора, коротким замыканием, перегрузке на блоке питания.

При возгорании электроприбора необходимо попытаться его обесточить, если это возможно. Далее накрыть его плотной тканью для прекращения поступления кислорода к месту возгорания. Если данное действие неосуществимо или не оказало влияния на процесс горения, необходимо приступить к тушению используя огнетушители. Огнетушители для тушения такого очага должны быть порошковыми, углекислотными или воздушно-пенными. Не стоит забывать, что при использовании углекислотных необходимо вывести всех посторонних лиц из помещения и надеть маски, так как при использовании из них подается углекислота под давлением.

В случае отсутствия специальных средств пожаротушения можно воспользоваться землей, песком, содой. Даже после удачного устранения огня необходимо вызвать пожарную охрану.

На основании Федерального закона от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) “Технический регламент о требованиях пожарной безопасности” пожар, который может возникнуть в результате возгорания разрабатываемого прибора, относится к классу “Е” (пожар материалов электроустановок, находящихся под напряжением) [22]. Для устранения возможного пожара целесообразно будет применить такие первичные средства пожаротушения как переносные огнетушители, покрывала для изоляции очага возгорания.

8.5 Выводы по разделу

В ходе выполнения раздела было определено, что согласно правилам устройства электроустановок, жилые и офисные помещения относятся к категории "помещения без повышенной опасности" по электробезопасности. Использование приборов предполагается вне производственных помещений. Для использования персоналу не требуется присвоение группы по электробезопасности.

Согласно СанПиН 1.2.3685-21 определена I категория тяжести труда. Таковыми являются условия, при которых воздействие на работника вредных и опасных производственных факторов отсутствует или их уровни воздействия не превышают уровни, установленные нормативами условий труда и принятые в качестве безопасных для человека, также поддерживается высокая работоспособность. Выполняются следующие требования:

- освещенность должна быть не менее 300 лк,
- температура воздуха должна находиться в диапазоне 22-24 градусов Цельсия,
- относительная влажность воздуха должна быть не менее 40% и не более 60%,
- уровень шума не должен превышать 50 дБА.

Офисное помещение относится к категории В2 (пожароопасность) по взрывопожарной и пожарной опасности согласно СП 12.13130.2009 "Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности".

Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 года, N2398 «Критерии отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий» (с изменениями на 7 октября 2021 года) объект (система дистанционного биомониторинга), не оказывающий негативное воздействие на окружающую среду, относится к IV категории.

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«КОНЦЕПЦИЯ СТАРТАП-ПРОЕКТА»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
8Т91	Долгих Владимир Алексеевич

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ООП/ОПОП	Автоматизация технологических процессов и производств

Перечень вопросов, подлежащих разработке:

<i>Проблема конечного потребителя, которую решает продукт, который создается в результате выполнения НИОКР (функциональное назначение, основные потребительские качества)</i>	Система дистанционного биомониторинга предоставляет конечному потребителю возможность контролировать свои показатели здоровья, а также архивировать их.
<i>Способы защиты интеллектуальной собственности</i>	Получение патента.
<i>Объем и емкость рынка</i>	Объем Российского рынка порядка 0,909 млрд. руб.
<i>Современное состояние и перспективы отрасли, к которой принадлежит представленный в ВКР продукт</i>	Анализ современного состояния и перспектив развития телемедицины
<i>Себестоимость продукта</i>	Себестоимость составляет 27 839,13 руб.
<i>Конкурентные преимущества создаваемого продукта и сравнение технико-экономических характеристик продукта с отечественными и мировыми аналогами</i>	Сравнительный анализ аналогов, выявление преимуществ и недостатков разрабатываемого продукта.
<i>Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта</i>	Выявление целевых сегментов потребителей.
<i>Бизнес-модель проекта, производственный план и план продаж</i>	Бизнес-модель по А. Остервальду и И. Пинье.
<i>Стратегия продвижения продукта на рынок</i>	Разработка плана продвижения продукта на рынок.

Перечень графического материала:

1. Бизнес-модель проекта по А. Остервальду и И. Пинье.

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком

Задание выдал консультант по разделу «Концепция стартап-проекта» (со-руководитель ВКР):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст.преподаватель ШИП	Потехина Н.В.			

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т91	Долгих Владимир Алексеевич		

9 Концепция стартап-проекта

9.1 Описание продукта и проблемы конечного потребителя

Одной из главных проблем, которую решает система дистанционного биомониторинга, является отсутствие возможности контролировать свое здоровье в режиме реального времени. Конечный потребитель не всегда может узнать о возможных проблемах со здоровьем, так как многие заболевания не проявляются сразу и могут развиваться незаметно. Это может привести к серьезным последствиям, таким как осложнения заболеваний и ухудшение качества жизни.

Система дистанционного биомониторинга позволяет решить эту проблему, предоставляя конечному потребителю возможность контролировать свои показатели здоровья в режиме реального времени. Это позволяет быстро обнаруживать возможные проблемы и принимать меры по их предотвращению. Кроме того, система дистанционного биомониторинга позволяет контролировать показатели здоровья на расстоянии, что особенно важно для людей, которые живут в удаленных районах или не могут посещать медицинские учреждения.

Система дистанционного биомониторинга также позволяет снизить затраты на медицинское обслуживание и улучшить качество жизни конечного потребителя. Благодаря системе дистанционного биомониторинга люди могут получать своевременную медицинскую помощь, что позволяет предотвращать развитие заболеваний и улучшать общее состояние здоровья.

В рамках данной работы разработана система дистанционного биомониторинга, которая способна:

- Измерять артериальное давление, температуру тела, частоту сердцебиения, насыщенность крови кислородом у человека.
- Передавать значения измеренных параметров на удаленные ресурсы для дальнейшего анализа, хранения, предупреждения возможных заболеваний.

- Сигнализировать о высоких показателях измеряемых параметров и на основе этого факта информировать операторов / медицинских работников о состоянии пользователя.

Основными задачами, стоящими перед ней являются: своевременное обнаружение ухудшения состояния здоровья пользователя; немедленная реакция на критическое (нестабильное) состояние пользователя; решение проблемы невозможности пользователя часто наблюдаться на очном обследовании в медицинских организациях; сохранение данных о состоянии здоровья на цифровом носителе вместо выходящих из тенденции бумажных; уменьшение рисков аварийных ситуаций на производстве, связанных с ухудшением состояния работника.

9.2 Способы защиты интеллектуальной собственности

Оптимальным способом защиты интеллектуальной собственности разрабатываемой системы будет получение патентов на отдельные ее компоненты (части).

Разрабатываемую систему можно разделить на 2 основные части: аппаратную (приборную) и программную. Первая часть, которая представлена прибором, измеряющим показатели и передающим их на сервера, требует защиты конструкторской документации, отражающей внутренне расположение внутренних функциональных модулей устройства. На разрабатываемые конструкторские документы будет получен патент.

Программу, которая отражает связанную работу всех частей системы, и используемую базу данных следует зарегистрировать в Роспатенте. Такой способ защиты авторских прав позволит получить свидетельство о том, что разработчик (автор) будет являться правообладателем с исключительным правом на разработку. Данный ход также упростит передачу авторских прав и предоставит неоспоримый факт наличия авторских прав в случае судебных разбирательств.

Для успешного выхода на рынок товар должен обладать запоминающимся названием и товарным знаком. Их тоже необходимо зарегистрировать для осуществления правовой защиты.

9.3 Объем и емкость рынка

Довольно сложно определить действительный объем рынка, поэтому стоит обратиться к данным статистики и прогнозам аналитиков.

Исходя из рисунков 17 и 18, стоит отметить стабильный рост мирового и российского рынка телемедицины вплоть до начала 2020-х годов. Такое поведение связывают с увеличением и дифференцированием рынка предоставляемых телемедицинских услуг. Влияние оказывает и постоянно растущее число пользователей, которые заинтересованы в новейших, современных, удобных способах оказания медицинских услуг.

Если говорить о современном состоянии рынка, то стоит обратиться к прогнозам экспертов. Отправной точкой они предлагают взять 2021 год, тогда мировой рынок телемедицины оценивался в 104 437,92 млн долларов США (\$) [23]. Тогда при среднегодовом росте в 20,5% к 2023 году составит порядка 151 646 млн долларов США (\$).



Рисунок 17 – Динамика мирового рынка телемедицины, млрд долларов (оценка на основе данных - BBC Research, P&S Market Research)

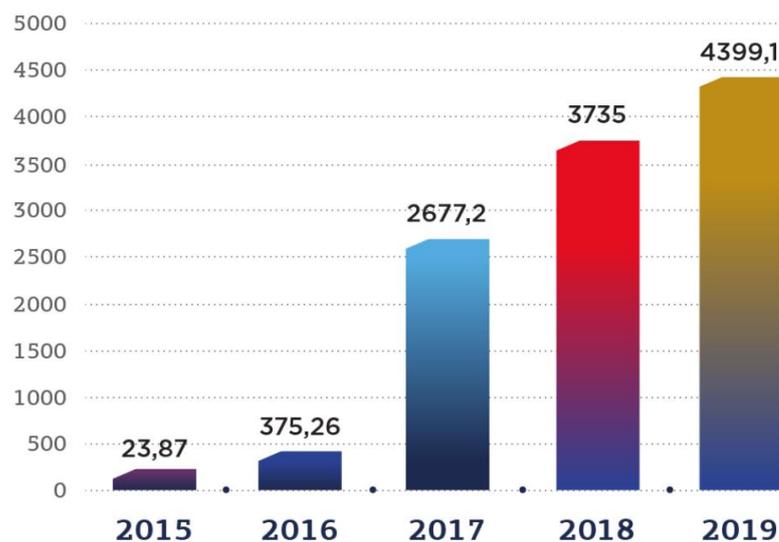


Рисунок 18 – Динамика объема рынка телемедицины в России, млн руб. [24]

Рассматривая Российский рынок, эксперты приводят следующий график, смотреть рисунок 19. Так же известно, что в 2020 году объем рынка составил порядка 7,5 млрд руб. Исходя из имеющейся информации, можно предположить, что в 2023 году на рынок телемедицины в России приходится порядка 50 млрд руб.

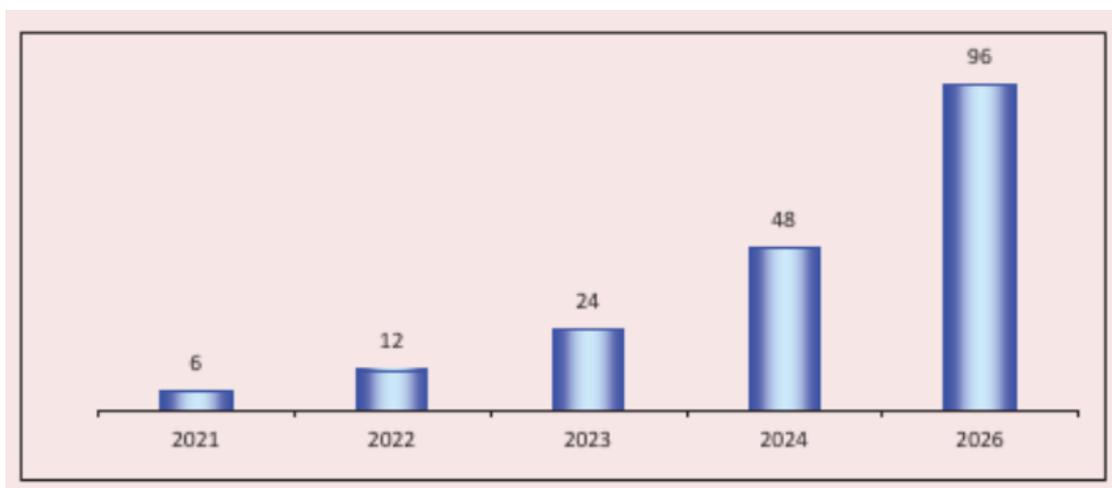


Рисунок 19 – Прогноз динамики рынка телемедицины в России, млрд руб. [25]

К сожалению, точной информации о доле услуг предоставляемых только с помощью мобильных приложений или с помощью специальных медицинских устройств нет. Можно предположить, что большую часть рынка образуют именно услуги, предоставляемые без использования

специального медицинского оборудования по типу систем дистанционного биомониторинга. Пусть их доля равна 80%. Оставшиеся 20% реализуются примерно десятью компаниями-производителями. При выходе разрабатываемого товара на рынок, их количество увеличиться до 11. Предположим, что доля каждого производителя одинакова. Тогда возможный покрываемый объем рынка = $50 \cdot 0.2 \div 11 = 0.909$ млрд руб.

9.4 Современное состояние и перспективы телемедицины

Даже с учетом того, что отрасль телемедицины на данный момент является приоритетной в медицинской сфере, сложно говорить о точных цифрах, которые могли бы реально показать масштабы распространения технологии в мире. Это происходит потому, что локальные внедрения и тестирования систем начались не так давно. Высокий рост популярности в 2019 году связан с началом эпидемии COVID-19. Вирус способствовал развитию технологий дистанционных консультаций и обследований.

Говоря о России, стоит упомянуть, что большинство населения довольно консервативно. Поэтому отрасль развивается медленнее, чем у других стран. На это влияют: доступность технологий и скоростного интернета населению, желание и готовность работы врачей с помощью технологий телемедицины, сомнения пользователей в обеспечении безопасности их данных и, в целом, доверие людей к телемедицине. Нельзя не отметить, что в вопросе развития рынка дистанционной медицины заинтересован президент России. В конце 2020 года он дал задачу правительству простимулировать развитие отрасли. Действительно, было увеличено количество специализированных центров и расширен круг решаемых задач и предоставляемых услуг.

Современная внешнеполитическая ситуация подталкивает отечественных разработчиков на создание и внедрение новых систем, аппаратов в сфере телемедицины, которые будут максимально возможно состоять из производимых в России компонентов.

9.5 Себестоимость продукта

На данный момент возможно представить производство приборной части системы командой, состоящей из двух человек.

Ими являются программист и инженер-электроник с соответствующими заработными платами: 90 и 70 тыс. руб. в месяц. На производства одного экземпляра измерительного прибора программист тратит 6 часов рабочего времени, в тоже время второй член команды - 8 часов. Соответственно за это время они получают: 3375 руб. и 3500 руб.

Для производства необходимы комплектующие, материалы для 3D-принтера. В сумме их стоимость порядка 16 тыс. руб. Для реализации базы данных необходим сервер, для этого будем арендовать его примерно за 2500 руб. в месяц. Так же при производстве затрачивается электрический ток, оплата которого будет составлять 80 руб. в расчете на один произведенный экземпляр. Для начала производства корпусов приборной части необходим 3D-принтер, его стоимость порядка 80 тыс. руб., срок службы – 4 года.

Предположим что возможно производство 15 приборов в месяц с помощью одного принтера и озвученной команды из двух человек. Таблица 2 показывает расчетные данные для себестоимости продукта (приборной части).

Таблица 2 – Расчет себестоимости одного прибора

Затраты на приобретение сырья, материалов и комплектующих изделий, используемых при производстве, руб.	16000,00
Заработная плата основных производственных рабочих за период производства, руб.	6875,00
Страховые взносы во внебюджетные фонды 30,2 % от заработной платы основных производственных рабочих, руб.	2076,25
Амортизационные отчисления, руб.	111,11
Аренда сервера, руб.	166,67
Затраты на электроэнергию, руб.	80,00
Прочие расходы, (10% от общей суммы), руб.	2530,1
Себестоимость продукта	27 839.13

Исходя из расчетов, представленных в таблице можно говорить о том, что себестоимость продукта равна 27 839,13 руб. Но в приоритете вывести производство на больший уровень со штатом сотрудников 40-70 человек и наличием высокоразвитой автоматизацией производства.

Исходя из анализа рынка и оценки конкурентов, планируемая стоимость укомплектованного аппарата составляет 35 тыс. рублей.

Дополнительно проведен расчет точки безубыточности. Ее значение составляет 68 штук. Это означает, что после продажи 68 товаров производитель начинает получать прибыль. Такое количество возможно произвести за четыре с половиной месяца работы. На рисунке 20 представлена соответствующая диаграмма.

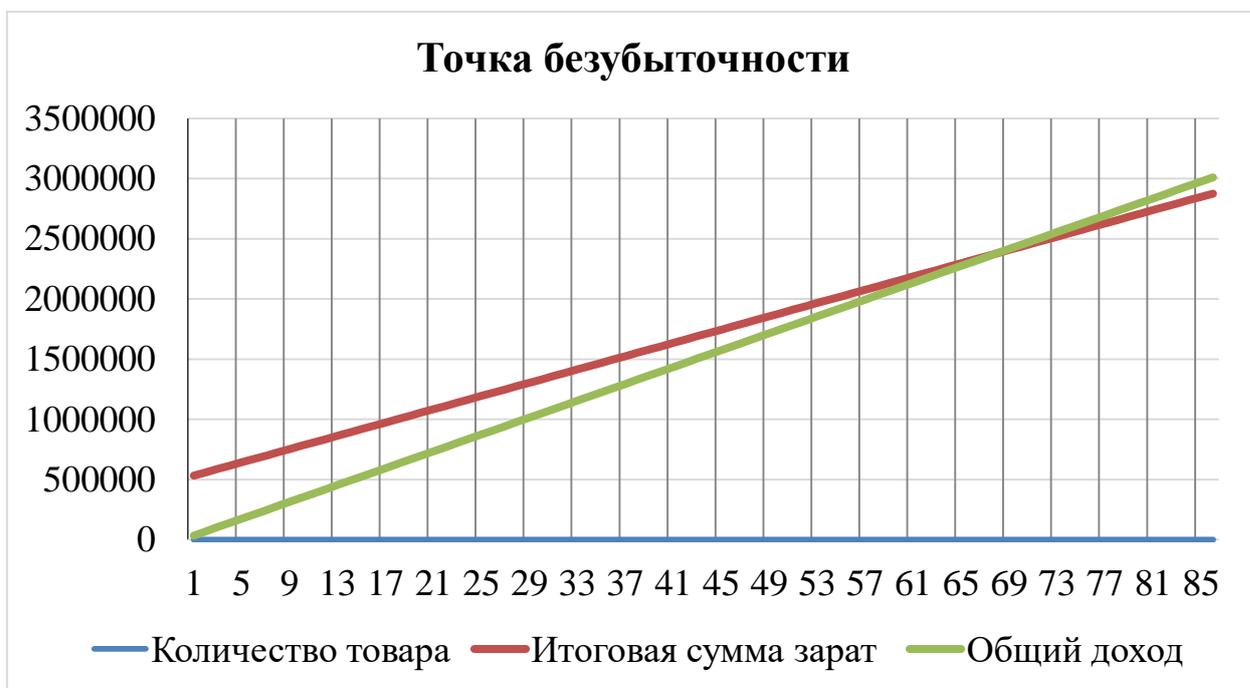


Рисунок 20 – Диаграмма для нахождения точки безубыточности

Стоит отметить, что за целый год производства и продаж (180 штук товара), прибыль составит 833 547 рублей.

9.6 Конкурентные преимущества создаваемого продукта

Для правильного представления преимуществ разрабатываемого продукта необходимо составить сравнительную таблицу. Это наиболее наглядный способ увидеть преимущества выдвигаемого продукта и проследить основные качества конкурентов.

Для создания объективной сравнительной таблицы нужно подобрать соответствующие продукты конкурентов. Такими продуктами будут действующие (актуальные), достаточно популярные системы дистанционного биомониторинга, которые производятся в России и зарубежных странах.

В ходе поисков были найдены множество позиций для включения в таблицу, однако, для проведения более объективных сравнений было решено не включать устройства, которые не могут относиться к медицинскому оборудованию и имеют сомнительную точность измерений параметров. Таким образом, были выбраны следующие системы: “КардиРу”, “Tytocare”, “MedWand”, “Тонометр UA-9111BT-C”. Ключевые критерии сравнения: способ передачи данных, доступность в России, уровень автономности, количество измеряемых параметров, наличие системы обработки и хранения данных. Сравнение представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Конкурентный анализ продукта

Критерии сравнения	Предлагаемый продукт	КардиРу [26]	Tytocare [27]	MedWand [28]	Тонометр UA-9111BT-C [29]
Способ передачи данных	Wi-Fi	Интернет-канал сотового оператора, BluetoothилиWi-Fi	Bluetooth или Wi-Fi	Bluetooth или Wi-Fi	Bluetooth
Доступность в России	+	+	-	-	+
Уровень автономности	Возможна работа от батареи или блока питания (сети 220В)	Работа от аккумулятора	Работа от аккумулятора	Работа от аккумулятора	Использует 4 элемента питания (батарейки AA) или от сети 220В
Количество измеряемых параметров	4	1	9	13	2
Наличие системы обработки и хранения данных	Автоматическая передача (Планируется внедрение искусственного интеллекта)	Автоматическая передача	(Использование искусственного интеллекта)	(Использование искусственного интеллекта)	Только системы хранения данных

Можно сделать вывод, что разрабатываемый продукт не является единственным и унитарным решением на мировом рынке. Однако на Российском рынке товар может быть востребован по причине достаточного количества измеряемых параметров здоровья а также наличия полноценной автоматической системы обработки и хранения данных.

9.7 Целевые сегменты потребителей

Использование продукта предполагается следующими группами потребителей:

- Пациенты, страдающие хроническими заболеваниями;
- Люди, проживающие в удаленных населенных пунктах;
- Пожилые люди, требующие постоянного контроля состояния здоровья;
- Люди с проблемами опорно-двигательной системы;
- Активно занимающиеся спортом люди, которые самостоятельно хотят следить за своим здоровьем;
- Рабочие на удаленных объектах, куда затруднен проезд группы медиков.

Нужно пояснить, что распространение продукта на первые четыре группы будет производиться через медицинские организации, с которыми непосредственно будет поддерживаться связь. Считаю, что будет удобно, если потребители, составляющие пятую группу, так же будут обращаться в медицинские организации для получения доступа к использованию продукта. В случае с последней группой возможно продвижение продукта заинтересованными компаниями-работодателями.

9.8 Бизнес-модель проекта, производственный план и план продаж

Таблица 4 – Бизнес-модель проекта по А. Остервальдуи И. Пинье

<p>Ключевые партнеры Сотрудничество с производителями медицинских устройств и микроэлектроники. Заключение договора с медицинскими организациями и газо-нефтедобывающими предприятиями.</p>	<p>Ключевые виды деятельности Совершенствование, обслуживание и производство разрабатываемой системы.</p>	<p>Ценностные предложения Экономия времени пользователем на очном прохождении консультаций или неполных обследований в медицинских организациях. Возможность отслеживать свое состояние здоровья на протяжении срока использования. Уменьшение риска аварийных ситуаций на производстве, связанных с резким ухудшением состояния здоровья рабочего.</p>	<p>Взаимоотношения с клиентами Возможна техническая поддержка непосредственных пользователей. Постоянная связь с организациями-распространителями в том числе техническое обслуживание, настройка, обслуживание.</p>	<p>Потребительские сегменты Пациенты с хроническими заболеваниями; люди, проживающие в удаленных населенных пунктах; пожилые люди, требующие постоянно контроля состояния здоровья; люди с проблемами опорно-двигательной системы; активно занимающиеся спортом и следящие за здоровьем люди; рабочие на удаленных объектах, куда затруднен проезд группы медиков.</p>
	<p>Ключевые ресурсы Финансы, которые необходимы для приобретения материальных ресурсов, выплаты персоналу.</p>	<p>Каналы сбыта Самым выгодным каналом с учетом быстрого привлечения клиентской базы и дальнейшего развития проекта является бизнес-партнерство с мед.организациями и компаниями, имеющими удаленные места работы (вахты, места добычи).</p>		
<p>Структура издержек В основном главная составляющая - переменные издержки.</p>		<p>Потоки поступления доходов Основные доходы ожидаются от продаж товара бизнес-партнерам, дополнительный поток средств может быть от наладки и установки систем.</p>		

Основываясь на приведенных ранее расчетных данных себестоимости и объема рынка, можно вывести план продаж. План продаж равен порядка 32 652 штук.

9.9 Стратегия продвижения продукта на рынок

Предполагается, что для распространения продукта будут использоваться предприятия-партнеры. Ими могут быть медицинские организации, которые предоставляют услуги биомониторинга, частные клиники. Также это могут быть крупные нефтедобывающие и угледобывающие компании.

Рассмотрим сотрудничество компании с медицинскими центрами и клиниками в России. Компания предлагает системы дистанционного биомониторинга для контроля состояния здоровья пациентов с хроническими заболеваниями, такими как диабет, гипертония и др.

Первый шаг в стратегии продвижения был сделан путем презентации продукта на медицинской выставке, где были приглашены представители медицинских центров и клиник. Тут компания продемонстрировала возможности системы дистанционного мониторинга и объяснила ее преимущества для пациентов и медицинских работников.

Далее возможно заключение соглашения о сотрудничестве с несколькими медицинскими центрами. Компания предоставляет им системы дистанционного биомониторинга, проводит обучение медицинских работников по ее использованию, налаживает работу систем. Также создается специальная группа поддержки для решения технических вопросов и консультации пациентов.

Для продвижения продукта компания использует различные маркетинговые методы, такие как рекламные брошюры, информационные стенды и рассылки электронных писем. Возможно проведение обучающих семинаров для пациентов и медицинских работников, чтобы повысить их уверенность в использовании системы.

В результате сотрудничества с медицинскими центрами и клиниками компания расширяет свой рынок и увеличивает количество пользователей системы дистанционного биомониторинга. Кроме того, она получает обратную связь от пациентов и медицинских работников, которые отметили удобство использования системы и ее эффективность в контроле состояния здоровья.

Если рассматривать партнерство с добывающими компаниями, то цепочка немного иная, и конечным потребителем является не случайный гражданин, а работник предприятия-партнера.

Выставки, на которых будет принимать участие наша компания, будут иметь другую основную тему, по типу: “Технические средства безопасности в производстве”. На таких выставках производитель может продемонстрировать возможности системы дистанционного мониторинга и объяснить ее преимущества для работников и руководства компаний.

Чтобы уменьшить число аварийных ситуаций, связанных с резким ухудшением здоровья персонала, предотвратить распространение вирусных заболеваний среди персонала, проявить чуткость и внимание к рабочим со стороны руководящего состава, предприятия будут проявлять желание на приобретение представленной системы.

Далее возможно заключение соглашений с несколькими предприятиями. В ходе сотрудничества происходит расширение рынка, увеличение числа отзывов, которые в будущем помогут улучшить продукт или создать новые версии.

Заключение

В рамках выполнения работы была разработана концепция новой системы дистанционного биомониторинга для использования персоналом на удаленных участках нефтегазодобычи.

Проделана работа по изучению уже имеющихся аналогов систем, используемых в различных отраслях для получения исчерпывающей информации по функциональным особенностям, актуальности и другим аспектам, которые могут помочь при разработке и внедрении собственного продукта. С учетом полученной информации было создано техническое задание для формализации, установки этапов дальнейших действий, упорядочения задач. На его основе было подобрано оборудование для приборной части и разработана функциональная схема работы всей системы.

Далее были составлены алгоритмы работы измерительных каналов, вывода значений с датчиков на дисплей и интерфейс IoT-платформы. Реализованы программные коды на основе составленных алгоритмов. Продолжается работа над их оптимизацией и созданием более универсальных алгоритмов, особенно для канала измерения давления.

Создан сборочный чертеж и 3D модель для устройства, которое будет представлять приборную часть системы. Определено оптимальное положение отсеков под датчики внутри корпуса.

В дальнейшем планируется реализация канала измерения артериального давления; производство корпуса приборной части системы и отдельных оболочек для датчиков; установка системы на отечественную IoT-платформу и проведение заключительных тестов системы.

Рассматривая разрабатываемый проект в виде стартапа, были сделаны выводы о реальных возможностях продвижения продукта на рынок. Для этого проведены необходимые экономические расчеты, сравнения и разработана бизнес-модель

Список использованной литературы

1. RuGost. Техническое задание на создание автоматизированной системы. – [Электронный журнал] – URL: http://www.rugost.com/index.php?option=com_content&view=article&id=96.
2. ГОСТ 19.106-78. Требования к программным документам, выполненным печатным способом. – [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200007647>.
3. ГОСТ 19.201-78. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению. – [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200007648>.
4. Амперка. Arduino Leonardo. – [Электронный магазин] – URL: <https://amperka.ru/product/arduino-leonardo>.
5. Амперка. Iskra Neo: распиновка, схема подключения и программирование. – [Электронный магазин] – URL: <http://wiki.amperka.ru/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%8B:iskra-neo>.
6. Русские Блоги. Рекомендация по проектированию схемных плат MAX30102, MAX30100. – [Электронный журнал] – URL: <https://russianblogs.com/article/47151082742>.
7. Компэл. Пульсоксиметрия от Maxim. Новый датчик MAX30102. – [Статья с электронного ресурса] – URL: <https://www.compel.ru/lib/77838>.
8. Компэл. Серия интегральных датчиков температуры MAX30205. – [Статья с электронного ресурса] – URL: <https://www.compel.ru/series/MAX/MAX30205>.
9. Arduino.ru. Лабораторный стенд для измерения давления. – [Электронный форум] – URL: <https://arduino.ru/forum/obshchii/laboratornyi-stend-dlya-izmereniya-davleniya>.

10. Амперка. Текстовый экран 20x4. – [Электронный магазин] – URL: <https://amperka.ru/product/display-lcd-text-20x4-ylg-i2c-3v3>.
11. IoT платформа Ростелеком. – [Электронный сайт] – URL: <https://iot.rt.ru/documentation>.
12. Амперка. Wi-Fi (Тройка-модуль). – [Электронный магазин] – URL: <https://amperka.ru/product/troyka-wi-fi#libs>.
13. Arduino. Software. – [Электронный сайт] – URL: <https://www.arduino.cc/en/software>.
14. Cayenne. The world's first drag-and-drop IoT project builder. – [Сайт IoT-платформы] – URL: <https://developers.mydevices.com/cayenne/features>.
15. Iarduino.ru. Файлы и библиотеки и другое для Arduino. – [Электронный ресурс] – URL: <https://iarduino.ru/file>.
16. Мир микроконтроллеров. Пульсоксиметр на основе платы Arduino и датчике MAX30100 своими руками. – [Электронный форум] – URL: <https://microkontroller.ru/arduino-projects/pulsoksimetr-na-osnove-platy-arduino-i-datchike-max30100-svoimi-rukami>.
17. “Трудовой кодекс Российской Федерации” от 30.12.2001 N197-ФЗ (ред. от 19.12.2022) (с изм. и доп., вступ. В силу с 01.03.2023) – [Электронный ресурс] – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683.
18. ГОСТ Р ИСО 26000-2012. Руководство по социальной ответственности. – [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200097847>.
19. ГОСТ Р 58210-2018/ISO/IEC TR 29181-1:2012. Сети будущего. Формулировка проблем и требования. – [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200160382>.
20. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные факторы. Классификация – [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071>.

21. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты – [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200161238>.

22. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) “Технический регламент о требованиях пожарной безопасности” – [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902111644>.

23. Mordor Intelligence. Рынок телемедицины – рост, тенденции, влияние covid-19 и прогнозы (2023-2028 гг.). – [Статья с электронного ресурса] – URL: <https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/global-telemedicine-market-industry>.

24. Delovoy Profil. “Рынок телемедицины в России: перспективы развития цифровой медицины”. – [Статья с электронного ресурса] – URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/rynok-telemeditsiny-v-rossii-perspektivy-razvitiya-tsifrovoy-meditsiny>.

25. Взято из: Медведева Е. И., Александрова О. А., Крошили С. В. (2022). Телемедицина в современных условиях: отношение социума и вектор развития // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. Т. 15. №3. С. 200 – 222.

26. КардиРУ-BLE. Комплекс аппаратно-программный для скрининга сердца. – [Руководство пользователя] – URL: <http://www.kardi.ru/files/manual-kardiruble.pdf>.

27. TytoCare. Tytohome. – [Сайт производителя] – URL: <https://www.tytocare.com/products/tytohome>.

28. MedWand. New: PointClickCare Integration. – [Сайт производителя] – URL: <https://www.medwandhealth.com>.

29. Прибор для измерения артериального давления и частоты пульса цифровой. Модель UA-9111BT-C. – [Руководство по эксплуатации. Технический паспорт] – URL: <https://telemedicine-and.ru/devices/UA-9111BT-C>.

Приложение А
(обязательное)
Техническое задание

СОГЛАСОВАНО

Научный руководитель

Доцент ОАР

_____ Т. Е. Мамонова

“ ” _____ 2022 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ
НА РАЗРАБОТКУ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО БИОМОНИТОРИНГА

Версия № 1.0 от 05.05.2022 г.

на 4 листах

Томск – 2022

I. Основные цели и задачи:

Цель разработки – создание доступной системы дистанционного биомониторинга с установленным количеством измеряемых биологических параметров. Задача: добиться выполнения всех поставленных ниже требований к продукту.

II. Требования:

1. Система должна стремиться к использованию максимально возможному количеству отечественных комплектующих, устройств, программного обеспечения.

2. Система должна включать в себя прибор для проведения мультиизмерений биологических параметров с возможностью передачи результатов измерений средствами беспроводной передачи данных на удаленный сервер или компьютер. Второй составляющей является непосредственно инструкции по приему, обработке, передаче и хранению данных.

3. Необходимо наличие подсистемы незамедлительного оповещения о критических биологических параметрах.

4. Электропитание прибора для измерения может осуществляться от батареи или от сети 220 В через зарядное устройство.

5. Прибор должен обладать дисплеем для отображения непосредственно измеряемых параметров.

6. Требования к измерительной части:

6.1. Прибор способен измерять температуру тела человека.

6.2. Прибор способен измерять артериальное давление человека любым из существующих способов с точностью, сравнимой с точностью медицинских тонометров.

6.3. Прибор способен измерять сердечный ритм человека с точностью, сравнимой с точностью медицинских тонометров или пульсометров.

6.4. Прибор способен измерять сатурацию (показатель насыщения крови кислородом) человека с точностью, сравнимой с точностью известных пальцевых пульсоксиметров.

7. Корпус прибора для измерений должен иметь размеры не более 200×200×100 мм.

8. Устройство предполагает использование в закрытых помещениях в отсутствие повышенной влажности (не более 65%), окружающих температур ниже 0 или выше 40 °С.

9. Необходимость создания инструкции к использованию и эксплуатации измерительных средств.

10. Себестоимость системы не должна превышать 11 тыс. рублей.

III. Общие положения:

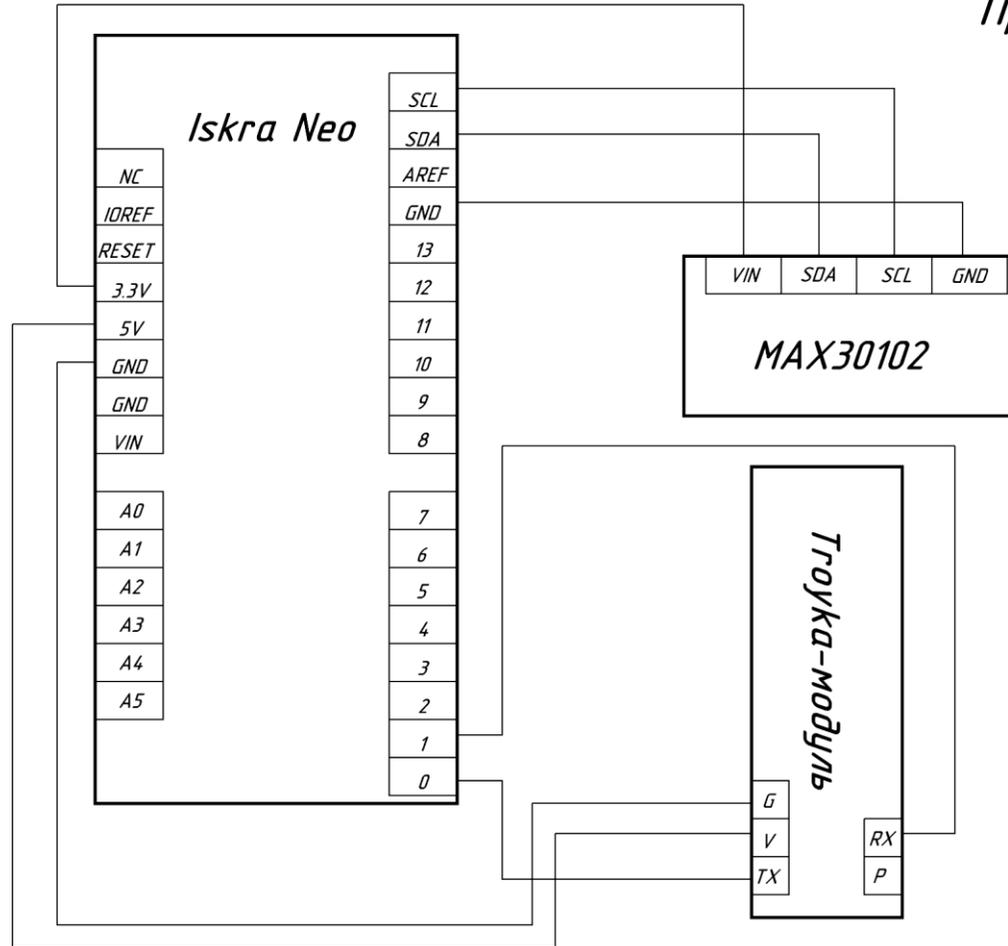
Данное техническое задание версии № 1.0 и все последующие его версии могут быть изменены на всех стадиях разработки в связи с непредвиденно возникшими проблемами или стихийно возникшими идеями по усовершенствованию продукта.

Каждая последующая версия технического задания так же требует согласования с научным руководителем. Для принятия последующих версий необходимо заполнить лист регистрации изменений.

Приложение Б

(обязательное)

Принципиальная электрическая схема каналов измерения пульса и сатурации

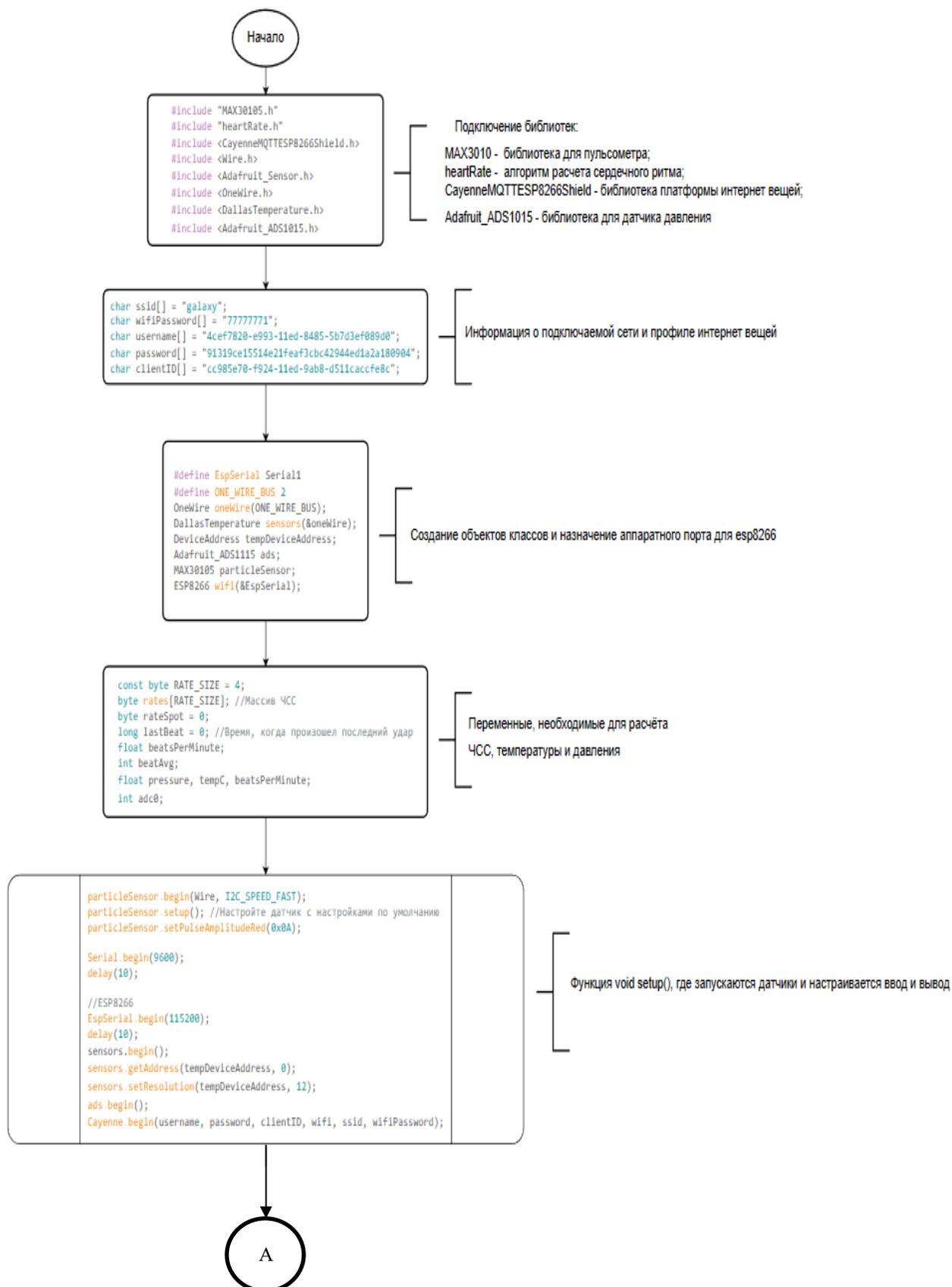


					ФЮРА.425280.001 ЭС 05			
					Принципиальная электрическая схема каналов измерения пульса и сатурации	Лит	Масса	Масштаб
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		у		
Разраб.		Долгих В. А.		26.05.23				
Провер.								
Т. контр.								
Реценз.						Лист 1	Листов 1	
Н. контр.						ТПУ ИШИТР Группа 8Т91		
Утверд.								

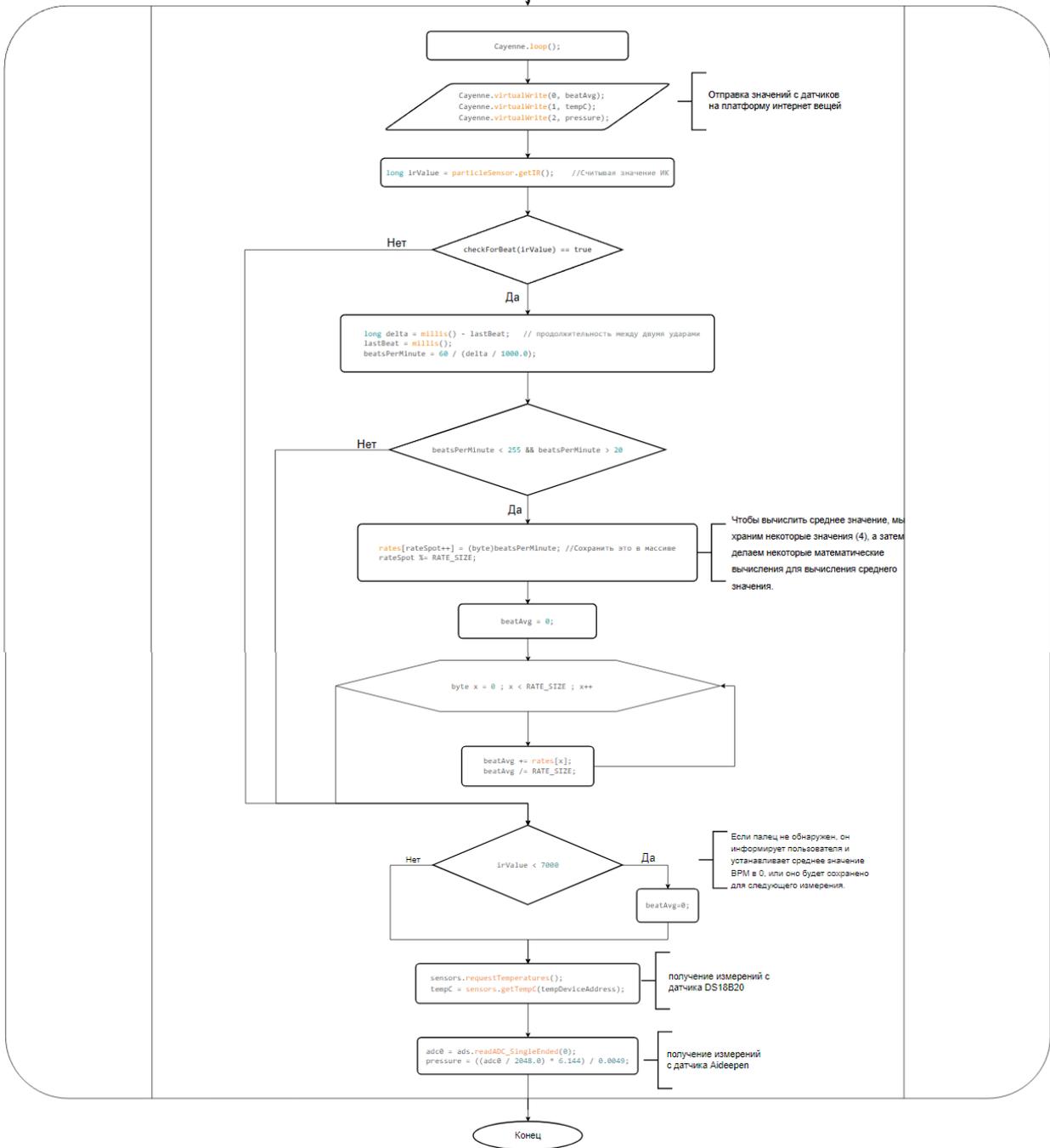
Приложение В

(обязательное)

Блок-схема алгоритма работы каналов



А



Приложение Г (обязательное)

Листинг программы работы измерительных каналов

```
// Подключение библиотек
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <Adafruit_MAX3010x.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <Adafruit_ADS1015.h>
#include "MAX30105.h" //MAX3010x библиотека
#include "heartRate.h" //Алгоритм расчета сердечного ритма
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
DeviceAddress tempDeviceAddress;
// Aideepen
Adafruit_ADS1115 ads;
#define ONE_WIRE_BUS 2
#define EspSerial Serial1
MAX30105 particleSensor;
ESP8266 wifi(&EspSerial);
const byte RATE_SIZE = 4; //Увеличьте это для большего усреднения. 4 это хорошо.
byte rates[RATE_SIZE]; //Массив ЧСС
byte rateSpot = 0;
long lastBeat = 0; //Время, когда произошел последний удар
float beatsPerMinute;
int beatAvg;
float pressure, tempC, beatsPerMinute;
int adc0;
void setup(){
  particleSensor.begin(Wire, I2C_SPEED_FAST); //Использовать порт I2C по умолчанию,
  скорость 400 кГц
  particleSensor.setup(); //Настройте датчик с настройками по умолчанию
```

```

particleSensor.setPulseAmplitudeRed(0x0A); //Установите красный светодиод на низкий
уровень, чтобы указать, что датчик работает
    Serial.begin(9600);
    delay(10);
    // Set ESP8266 baud rate
    EspSerial.begin(115200);
    delay(10);
    Cayenne.begin(username, password, clientID, wifi, ssid, wifiPassword);
// DS18B20
sensors.begin();
sensors.getAddress(tempDeviceAddress, 0);
sensors.setResolution(tempDeviceAddress, 12);
// AIdEEPROM
ads.begin();
ads.setGain(GAIN_TWO); // gain_two (повышенная чувствительность)
}
void loop(){
    Cayenne.loop();
    Cayenne.virtualWrite(0, beatAvg);
    long irValue = particleSensor.getIR(); //Считывая значение ИК, мы узнаем, есть ли палец
на датчике или нет
    if (checkForBeat(irValue) == true){ //Если сердцебиение обнаружено
        long delta = millis() - lastBeat; //Измерьте продолжительность между двумя
ударами
        lastBeat = millis();
        beatsPerMinute = 60 / (delta / 1000.0); //Расчет BPM
        if (beatsPerMinute < 255 && beatsPerMinute > 20) //Чтобы вычислить среднее
значение, мы храним некоторые значения (4), а затем делаем некоторые математические
вычисления для вычисления среднего значения.
        {
            rates[rateSpot++] = (byte)beatsPerMinute; //Сохранить это в массиве
            rateSpot %= RATE_SIZE;
            //Принять среднее значение
            beatAvg = 0;
            for (byte x = 0 ; x < RATE_SIZE ; x++)

```

```
    beatAvg += rates[x];
    beatAvg /= RATE_SIZE; }}
if (irValue < 7000){          //Если палец не обнаружен, он информирует пользователя и
устанавливает среднее значение BPM в 0, или оно будет сохранено для следующего
измерения.
    beatAvg=0;}
sensors.requestTemperatures();
tempC = sensors.getTempC(tempDeviceAddress);
//получение измерений с датчика AIDEEREN
adc0 = ads.readADC_SingleEnded(0);
pressure = ((adc0 / 2048.0) * 6.144) / 0.0049;}
```

Приложение Д
(обязательное)
Чертеж нижней детали корпуса

КОРПУС

Перв. примен.

Справ. №

A

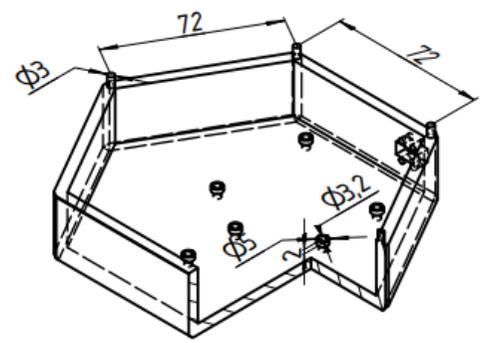
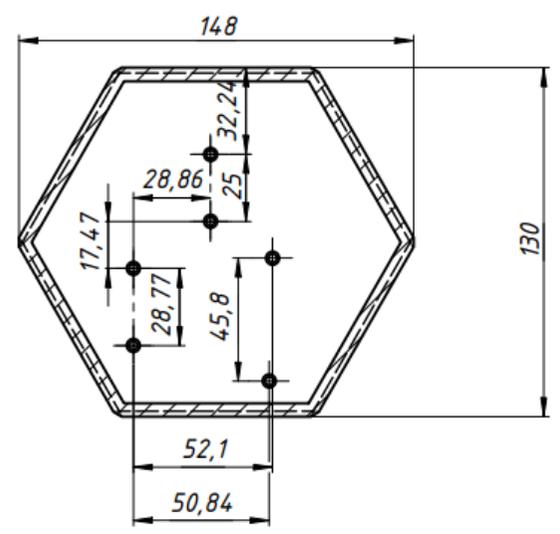
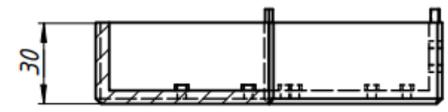
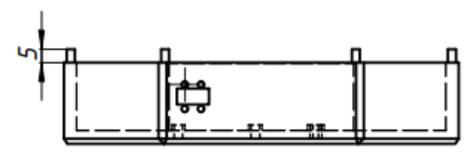
Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



					КОРПУС		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
						0,2	1:2
Разраб.		Долгих В. А.		24.04.2023			
Пров.							
Т. контр.					Лист	Листов	1
Нач. отд.					ТПУ ИШИТР Группа 8Т91		
Н. контр.							
Утв.							

Приложение Е
(обязательное)
Чертеж верхней детали корпуса

Перв. примен.

Справ. №

A

Подп. и дата

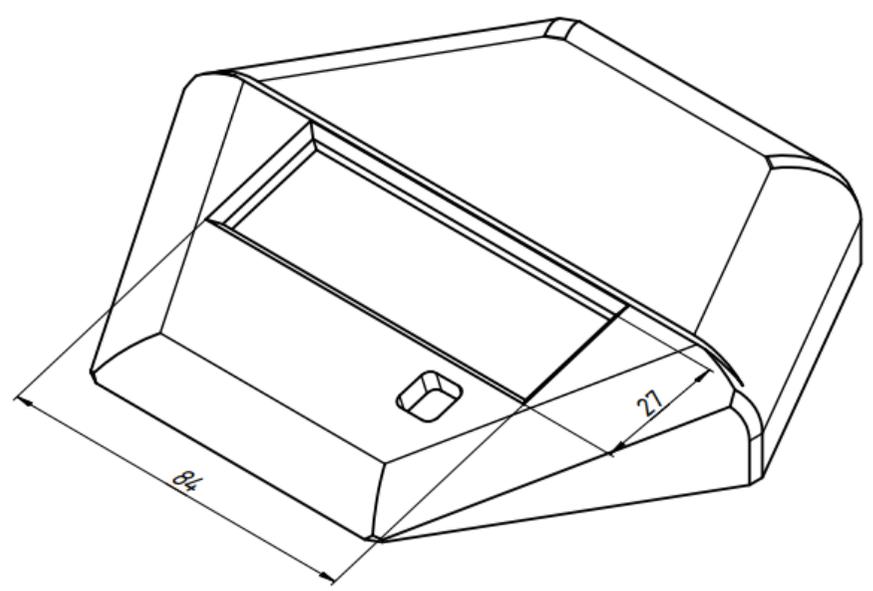
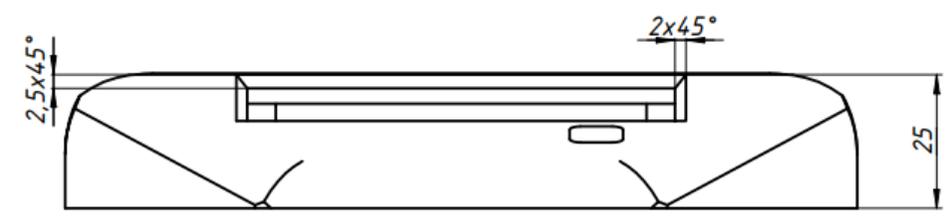
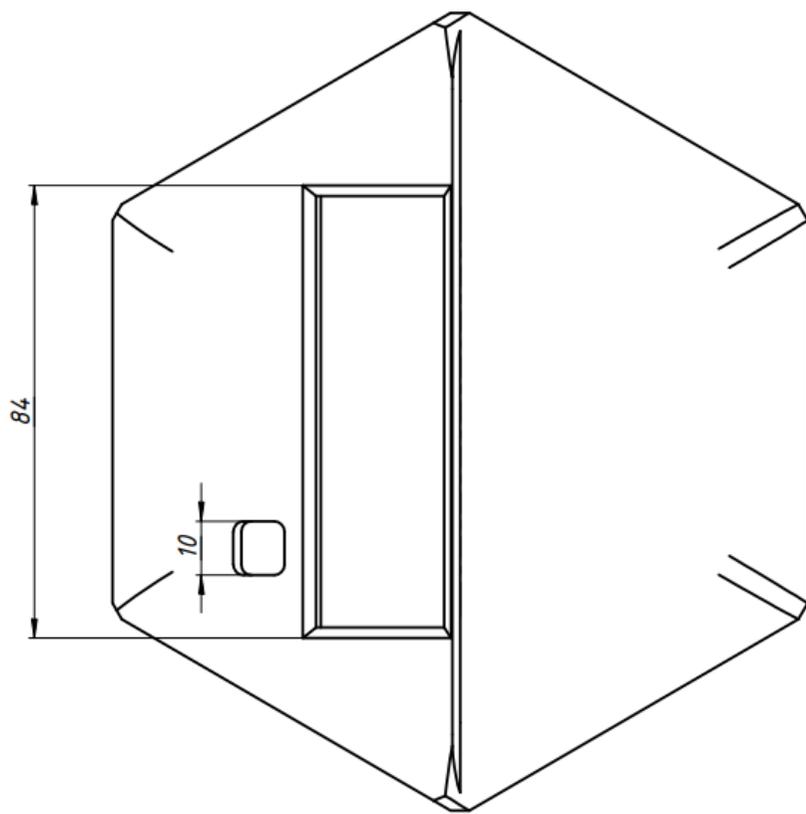
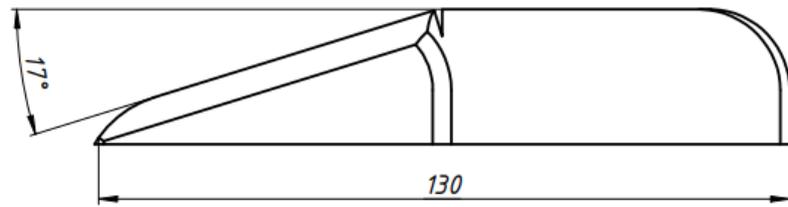
Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Верхняя крышка



					Верхняя крышка		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
						0,1	1:1
Разраб.	Долгих В. А.			29.05.2023			
Пров.							
Т. контр.					Лист	Листов	1
Нач.отд.					ТПУ ИШИТР Группа 8Т91		
Н. контр.							
Утв.							

